Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere

C. Picoș
Gh. Coman
N. Dobre
O. Pruteanu
C. Rusu
Șt. Rusu
Șt. Trufinescu

Prof. dr. ing. **Constantin Picoș**, conf. dr. ing. **Gheorghe Coman**
ing. **Nicolae Dobre**, dr. ing. **Octavian Pruteanu**
dr. ing. **Costache Rusu**, dr. ing. **Ștefan Rusu**, **Ștefan Trufinescu**

Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere

Editura tehnică
București — 1979

Lucrarea se publică în două volume. Volumul 1 cuprinde capitolele : Structura proceselor de prelucrare prin așchiere ; Normele de muncă ; Metodologia normării în construcția de mașini ; Metodele de creștere a productivității muncii în întreprinderile constructoare de mașini ; Calculul eficienței economice a normării muncii ; Fotografierea, cronometrarea, fotocronometrarea și observarea instantanee a timpului de muncă ; Normarea lucrărilor la strunjire, rabotare, mortezare, filetare și frezare.

Lucrarea este adresată muncitorilor cu înaltă calificare, maiștrilor, tehnicienilor, subinginerilor tehnologi și economiștilor din întreprinderile constructore de mașini și este foarte utilă studenților tuturor secțiilor de specialitate de la facultățile de tehnologia construcțiilor de mașini și de mecanică.

Redactor : ing. **VASILE BUZATU**
Tehnoredactor : **VALERIU MORĂRESCU**
Coperta : **SIMONA NICULESCU**

Bun de tipar: 25. 04. 1979 *Coli de tipar:* 21.

Tiraj: 18.500 + 75 ex. legate *C. Z.* 654. 58 : 621

C. 1851 — I. P. INFORMAȚIA
str. Brezoianu nr. *23—25*, București
Republica Socialistă România

CUPRINS

CAPITOLUL 1

STRUCTURA PROCESELOR DE PRODUCȚIE DIN ÎNTREPRINDERILE CONSTRUCTOARE DE MAȘINI 9

1.1. Trăsăturile procesului de producție din întreprinderile constructoare de mașini 9
1.2. Clasificarea proceselor de producție 10
1.3. Structura procesului de producție 14
1.3.1. Elementele componente ale procesului de producție 14
1.3.2. Progresul tehnic și modificarea structurilor de producție 17
1.4. Structura timpului de muncă și procesul de producție 17
1.4.1. Structura timpului de muncă a executantului 17
1.4.2. Structura timpului de folosire a utilajului 21
1.4.3. Structura timpului pe ciclul de fabricație 23

CAPITOLUL 2

NORMELE DE MUNCĂ 24

2.1. Norma de timp și norma de producție 24
2.2. Norma servire și norma de personal 25
2.3. Clasificarea normelor de muncă 25
2.4. Structura normelor tehnice de timp 26
2.4.1. Stabilirea timpului de pregătire și încheiere 27
2.4.2. Stabilirea timpilor operativi 28
2.4.3. Stabilirea timpului de deservire a locului de muncă 30
2.4.4. Stabilirea timpului de odihnă și necesități fiziologice 31
2.4.5. Stabilirea timpului de întreruperi condiționate de tehnologie și organizare 31
2.5. Stabilirea normei de timp 33
2.6. Stabilirea normei de timp în cazul deservirii mai multor mașini 35
2.7. Aplicarea teoriei firelor de așteptare la stabilirea normelor de muncă pentru deservirea mai multor mașini sau activități cu specific de muncă nerepetitivă 43
2.8. Stabilirea timpilor după normative 46
2.9. Influența tipului de producție și a caracterului muncii asupra stabilirii normelor de muncă 49
2.10. Timpul de adaos 49
2.11. Condițiile generale pentru asigurarea cerințelor de calitate ale normelor 49

CAPITOLUL 3

PROCEDEELE DE MĂSURARE ȘI DETERMINARE A TIMPULUI DE MUNCĂ ȘI A TIMPULUI DE FOLOSIRE A UTILAJULUI IN INDUSTRIA CONSTRUCTOARE DE MAȘINI 51

3.1. Etapele executării observărilor asupra consumului de timp de muncă 51
3.2. Aparate și materiale auxiliare pentru studierea consumului de muncă 51
3.2.1. Aparate indicatoare 51
3.2.2. Aparate înregistratoare 52

3.2.3. Materiale auxiliare folosite pentru măsurarea timpului 54
3.3. Metode de măsurare și analiză a timpului de muncă 55
3.3.1. Metode de înregistrare directă a timpului 56
3.3.1.1. Cronometrarea 56
3.3.1.2. Fotografierea 74
3.3.2. Metode de înregistrare directă a timpului 84
3.3.2.1. Observări instantanee 84
3.3.2.2. Măsurarea timpului pe microelemente 95

CAPITOLUL 4

CALCULUL EFICIENȚEI ECONOMICE A NORMĂRII MUNCII 97

4.1. Efectele introducerii și extinderii normării tehnice a muncii 97
4.2. Efortul economic la introducerea și extinderea normării tehnice a muncii . . . 102
4.3. Indicatorii economici ai eficienței normării tehnice a muncii 103

CAPITOLUL 5

NORMAREA LUCRĂRILOR DE STRUNJIRE PE STRUNGURI NORMALE, CARUSEL ȘI REVOLVER

5.1. Introducere 107
5.1.1. Cinemtaica mișcării de așchiere 107
5.1.2. Elementele regimului de așchiere 107
5.1.3. Cuțite de strung 108
5.1.4. Materiale 110
5.1.5. Dinamica așchierii 115
5.1.6. Lichide de așchiere. 117
5.2. Determinarea timpului de bază la strunjire 118
5.2.1. Determinarea regimurilor de așchiere 119
5.3. Normarea timpului de pregătire-încheiere la strunjire 193
5.4. Normarea timpilor ajutători la strujire 195
5.5. Normarea timpului de deservire și odihnă la strunjire 207
5.6. Exemplu de calcul al normei de timp la strunjire 208

CAPITOLUL 6

NORMAREA LUCRĂRILOR DE RABOTARE ȘI MORTEZARE 215

6.1. Introducere 215
6.2. Metode de prelucrare și mașini-unelte utilizate 216
6.3. Relația normei de timp și determinarea elementelor componente ale acesteia . . 217
6.3.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 218
6.3.2. Determinarea timpului de bază 219
6.3.3. Determinarea timpilor ajutători 233
6.3.4. Determinarea timpilor de deservire și odihnă 239
6.4. Exemple de calcul al normei de timp la robotore și mortezare 242

CAPITOLUL 7

NORMAREA LUCRĂRILOR DE FILETARE 246

7.1. Generalități 246
7.2. Prelucrarea filetelor cu cuțite profilate. 246
7.2.1. Relația normei de timp și determinarea elementelor componente 247

7.2.1.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 247
7.2.1.2. Determinarea timpului de bază 247
7.2.1.3. Determinarea timpilor ajutători 253
7.2.1.4. Determinarea timpului de deservire și a timpului de odihnă și necesități fiziologice 253
7.2.2. Exemplu de calcul 253
7.3. Prelucrarea filetelor cu capete de filetat 254
7.3.1. Relația normei de timp și determinarea elementelor componente ale acesteia 255
7.3.1.1. Determinarea timpului de pregătire 255
7.3.1.2. Determinarea timpului de bază 255
7.3.1.3. Determinarea timpilor ajutători 257
7.3.1.4. Determinarea timpului de deservire și de odihnă și necesități fiziologice 257
7.3.2. Exemplu de calcul al normei de timp la filetarea prin vîrtej 257
7.4. Filetarea cu ajutorul tarozilor 258
7.4.1. Determinarea normei tehnice de timp 258
7.4.1.1. Determinarea timpului de pregătire 259
7.4.1.2. Determinarea timpului de bază 259
7.4.1.3. Determinarea timpilor ajutători 261
7.4.1.4. Determinarea timpului de deservire și de odihnă și necesități fiziologice 262
7.4.2. Exemple de calcul al normei de timp la filetarea cu tarodul 264
7.5. Filetarea cu ajutorul filierelor. 265
7.5.1. Determinarea normei tehnice de timp 265
7.5.1.1. Determinarea timiplor de pregătire și a timpilor de deservire și necesități fiziologice 265
7.5.1.2. Determinarea timpului de bază 265
7.5.1.3. Determinarea timpilor ajutători 267
7.5.2. Exemplu de calcul al normei de timp la filetarea cu filiera 268
7.6. Prelucrarea filetelor prin frezare 268
7.6.1. Determinarea normei tehnice de timp 268
7.6.1.1. Determinarea timpului de pregătire 269
7.6.1.2. Determinarea timpului de bază 269
7.6.1.3. Determinarea timpilor ajutători 273
7.6.1.4. Determinarea timpilor de deservire și de odihnă și necesități fiziologice 273
7.6.2. Exemplu de calcul 274
7.7. Rularea filetelor 274
7.7.1. Principiul metodei 274
7.7.2. Calculul timpului de bază 279
7.7.3. Determinarea normei tehnice de timp 281
7.7.4. Exemplu de calcul 282
7.8. Rectificarea filetelor 282
7.8.1. Principiul metodei 282
7.8.2. Determinarea normei tehnice de timp 286
7.8.2.1. Determinarea timpului de pregătire 286
7.8.2.2. Determinarea timpului de bază 286
7.8.2.3. Determinarea timpilor ajutători 287
7.8.2.4. Determinarea timpilor de deservire și odihnă și necesități fiziologice 287

7.9. Indicații cu privire la alegerea metodei de filetare 287

CAPITOLUL 8

NORMAREA LUCRĂRILOR DE FREZARE 289

8.1. Generalități 289
8.2. Relația normei de timp și determinarea elementelor componente ale acesteia 292
8.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 294
8.2.2. Determinarea timpului de bază 294
8.2.3. Elementele regimului de așchiere 304
8.2.4. Determinarea timpilor ajutători 312
8.2.5. Determinarea timpilor de deservire 323
8.2.6. Determinarea timpilor de odihnă și necesități fiziologice 323
8.3. Exemplu de calcul al normei de timp la frezare 323

Bibliografie 336

Capitolul 1

STRUCTURA PROCESELOR DE PRODUCȚIE DIN INTREPRINDERILE CONSTRUCTOARE DE MAȘINI

1.1. Trăsăturile procesului de producție din întreprinderile constructoare de mașini

Baza activităților de producție din întreprinderile constructoare de mașini o constituie procesul de producție ca totalitate a activităților desfășurate cu ajutorul mijloacelor de muncă și a proceselor naturale care au loc în legătură cu transformarea organizată, condusă și realizată de oameni, a obiectelor muncii.

Procesul de producție reprezintă acțiunea organizată și conștientă a forțelor de muncă asupra obiectelor muncii cu ajutorul uneltelor de muncă, în vederea transformării lor în bunuri materiale necesare societății sau în vederea realizării unor servicii productive, lucrări cu caracter industrial, reparații de utilaje, necesare satisfacerii nevoilor omului. Îmbinarea muncii vii cu mijloacele de muncă în cadrul proceselor de producție îmbracă forme specifice care diferă de la o orînduire social-economică la alta.

Într-un sens mai larg, prin proces de producție se înțelege totalitatea activităților întreprinderilor industriale începînd cu procesul de aprovizionare P_a, continuînd cu procesul tehnologic P_t, și terminînd cu procesul de desfacere și realizare a producției finite P_d.

Dintre cele trei componente ale procesului de producție (fig. 1.1), cea mai importantă este cea a procesului tehnologic, întrucît în cadrul acesteia are loc activitatea propriu-zisă de creare a bunurilor materiale, de transformare a obiectelor muncii în produse finite sub acțiunea proceselor de muncă și a proceselor natural-dirijate.

Sub acțiunea proceselor naturale se produc unele modificări fizice, chimice, biologice etc. asupra materiilor prime în decursul cărora procesul de muncă este suspendat total sau parțial cum sînt de exemplu, diferitele tratamente de îmbătrînire aplicate în industria constructoare de mașini.

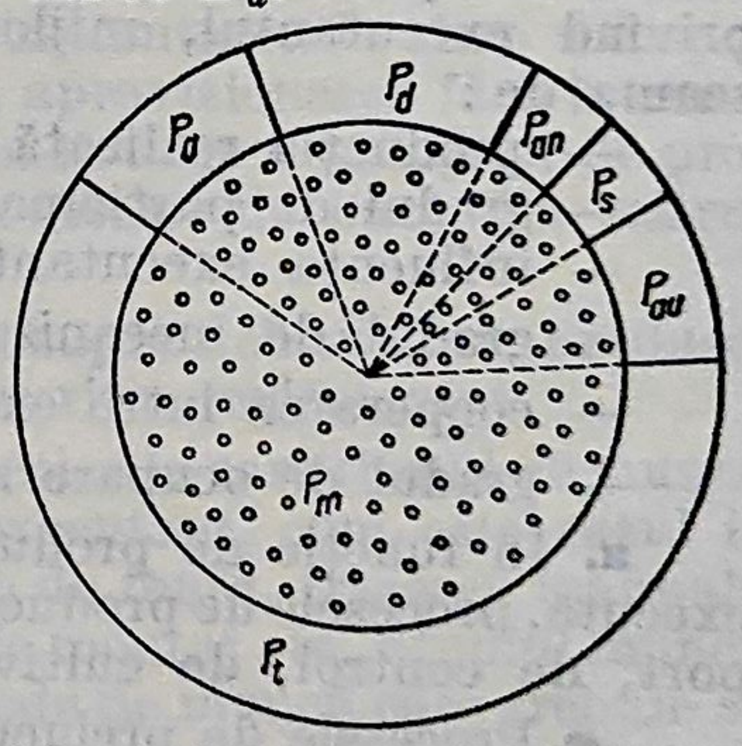


Fig. 1. Laturile procesului de producție.

Procesul tehnologic este acea latură a procesului de producție care reprezintă transformarea directă cantitativă și calitativă a obiectelor

muncii (modificarea formei, structurii, grupării, compoziţiei chimice, amplasării în spaţiu etc.

Procesul de muncă reprezintă o altă latură a procesului de producţie, cuprinzînd activitatea executantului din sfera producţiei materiale sau de îndeplinire a unei funcţii în sfera neproductivă.

Procesul de muncă şi procesul tehnologic, ca laturi principale ale procesului de producţie, se află într-o strînsă legătură. În cazul în care transformarea obiectului muncii se face direct de către executant, procesul tehnologic se suprapune cu procesul de muncă. Prin introducerea tot mai accentuată a tehnicii noi în industria constructoare de maşini se ajunge, în cazul automatizării, la un proces de muncă care se reduce doar la pornirea, supravegherea, reglarea şi oprirea utilajelor.

Procesul de muncă, component al procesului de producţie, se suprapune integral sau parţial nu numai cu procesul tehnologic ci şi cu procesele auxiliare P_{au}, de servire P_s, şi anexe P_{an}, necesare pentru asigurarea transformării obiectelor muncii în produse finite (de exemplu, pentru transportul, controlul şi depozitarea semifabricatelor).

Studiul proceselor de producţie şi analiza metodică a părţilor sale componente fac posibilă cercetarea în detaliu a diverşilor factori care influenţează pozitiv eficienţa muncii depuse în diverse unităţi economice, prin stabilirea unor metode înaintate de organizare a producţiei şi a muncii.

1.2. Clasificarea proceselor de producţie

În cadrul întreprinderilor industriale, în general şi a celor constructoare de maşini, în special, are loc o varietate mare de produse de producţie care contribuie la realizarea produselor finite. În vederea unei normări tehnice şi sistematice a proceselor de producţie şi pentru cunoaşterea postcalculaţiilor acestora este necesară clasificarea unitară a elementelor procesului de producţie şi a timpului de producţie a diferitelor activităţi privind executantul, mijloacele de muncă şi obiectul muncii, ţinînd seama de :

— producţia realizată şi locul de muncă unde se execută;
— gradul de participare la obţinerea produsului finit;
— influenţa executantului asupra debitului de produse;
— gradul de mecanizare al proceselor;
— cooperarea între executanţi;
— gradul de ocupare al lucrătorilor.

a. În funcţie de producţia realizată şi de locul de muncă unde se execută, procesele de producţie pot fi : de extracţie, de prelucrare, de transport, de control, de cultivare etc.

● Procesele de prelucrare se caracterizează prin aceea că în cadrul lor forţa de muncă acţionează direct sau cu ajutorul mijloacelor de muncă asupra acelor obiecte ale muncii care în prealabil au fost trecute prin filtrul activităţii omului, produsul fiind rezultatul modificărilor succesive ale obiectului muncii.

b. În funcţie de gradul de participare la obţinerea produsului finit, procesele de producţie pot fi : de bază, auxiliare, de servire şi anexe.

● Procesele de bază, sau procesele tehnologice de fabricaţie, constituie conţinutul principal al procesului de producţie, întrucît în cadrul acestora au loc principalele transformări fizice, chimice, mecanice, ale obiectelor muncii, în vederea obţinerii produsului finit.

Procesele de producţie de bază diferă de la o ramură industrială la alta, în funcţie de : natura materiilor prime prelucrate, caracteristicile produsului finit sau caracteristicile utilajelor. Ele pot fi împărţite în procese de bază pregătitoare, procese de prelucrare propriu-zise, procese de finisare-montaj. Această împărţire este aproape comună tuturor ramurilor industriale.

● Procesele auxiliare reprezintă acele procese de producţie care au loc paralel cu procesele de bază şi au drept scop asigurarea condiţiilor necesare pentru ca procesul de bază să se desfăşoare în cele mai bune condiţiuni. Caracteristica acestor procese este aceea că ele nu acţionează în mod direct asupra obiectelor muncii pentru a le transforma în produse finite ce constituie obiectul de profil al întreprinderii, ci au ca scop producerea diferitelor feluri de energie, confecţionarea sculelor şi dispozitivelor, întreţinerea în stare de funcţionare a utilajelor, clădirilor, construcţiilor speciale.

● Procesele de servire sînt acele procese de producţie, care contribuie la buna defăşurare a proceselor de bază şi auxiliare. Activitatea rezultată în urma desfăşurării acestor procese nu se materializează în produse ci în servicii productive. Exemple de procese de servire pot fi : transportul materiilor prime şi materialelor, aprovizionarea locurilor de muncă, activitatea laboratoarelor, gospodărirea depozitelor etc.

● Procesele anexe au ca scop valorificarea deşeurilor rezultate din procesele de bază precum şi a altor reziduuri rezultate atît din procesele de bază cît şi din cele auxiliare.

Procesele auxiliare de deservire şi procesele anexe trebuie să se desfăşoare în concordanţă cu procesele de bază. Executarea la timp a dispozitivelor speciale de lucru, a sculelor speciale, aprovizionarea fără întrerupere a diferitelor categorii de energie, repararea la timp a utilajelor de producţie, condiţionează buna desfăşurare a proceselor de bază din cadrul secţiilor de producţie.

c. În funcţie de influenţele muncitorilor asupra debitului de produse, procesele de producţie pot fi cu ritm liber sau ritm reglementat.

Procesele de producţie cu ritm liber sînt acelea la care ritmul de muncă şi producţia realizată sînt determinate de executant, cum este cazul la formarea manuală a miezurilor în turnătoriile de fontă, trasarea manuală în lăcătuşărie, ajustarea pieselor în operaţia de montaj etc. Studiul muncii are ca scop stabilirea celor mai raţionale metode de muncă care trebuie să se asigure executantului în vederea creşterii productivităţii muncii.

Ca urmare a introducerii progresului tehnic, îşi găsesc tot mai mult locul în cadrul proceselor de producţie acele procese în care ritmul de muncă şi debitul de produse depind de factori care se reglementează independent

de executant. În cazul unor procese organizate în flux, prin normarea corespunzătoare a muncii se urmăreşte echilibrarea liniilor tehnologice, repartizarea raţională a lucrărilor între executanţi şi a executanţilor pe cele mai corespunzătoare lucrări, inclusiv determinarea numărului minim de lucrători.

Cele mai frecvente reglementări sînt de ordin organizatoric, cum este cazul liniilor tehnologice sau al benzilor rulante. Se pot întîlni şi reglementări de ordin tehnologic, ca, de exemplu, reglementări pentru tratamentele termice ale metalelor ca şi reglementări ale randamentelor sau reacţiilor chimice.

d. Conform gradului de mecanizare, procesele de producţie pot fi clasificate în manuale sau mecanizate. Desigur, poate fi avut în vedere procesul de producţie întreg sau părţi ale acestuia. Gradul de mecanizare a fiecărui loc de muncă în parte va influenţa gradul de mecanizare pe total şi va determina diferite particularităţi de normare în sistemul „om-maşină". Particularităţile de normare provin din caracterul muncii executantului, care acţionează diferit asupra obiectului muncii, după gradul de mecanizare a diferitelor elemente ale procesului de producţie.

● Procesele manuale au o pondere tot mai mică în cadrul industriei constructoare de maşini moderne. În cadrul acestor procese, unica sursă de energie o constituie energia umană, executantul folosind în timpul procesului mîinile, picioarele sau chiar corpul său. În această categorie se găsesc lucrările de lăcătuşerie manuală, lucrările de debitare manuală cu fierăstrăul, montajul manual etc. Procese de muncă manuale exista încă în toate domeniile de activitate iar normarea muncii pentru aceste activităţi trebuie să vizeze pe de o parte o măsurare corectă a muncii şi evidenţierea unor eventuale mişcări inutile din partea muncitorilor pe de altă parte.

● O parte tot mai mare a proceselor de producţie din industria constructoare de maşini sînt mecanizate, folosind o sursă de energie independentă de executant.

Partea mecanizată a procesului de producţie se împarte în manual-mecanică, mecanică şi automatizată sau de aparatură.

Partea manual-mecanică a procesului de producţie presupune folosirea simultană la acţionarea mecanismelor atît a energiei proprii a muncitorilor cît şi a unei forme de energie exterioară. Acţionarea pneumatică, strîngerea unor şuruburi cu maşina în lucrările de montaj sau transportul cu ajutorul unui cărucior sînt cîteva exemple de astfel de lucrări.

Pentru astfel de lucrări în cazul normării tehnice a muncii se dă o atenţie deosebită determinării şi analizei elementelor procesului de producţie. O parte dintre aceste elemente sînt legate de funcţionarea utilajului respectiv şi pentru normarea lor se folosesc calcule tehnice specifice părţilor mecanice ale procesului de producţie. O altă parte din elementele procesului de muncă sînt legate de îndemînarea şi efortul depus de muncitorul ce execută procesul de muncă iar pentru normarea lor se folosesc metode de normare specifice proceselor manuale de producţie.

● La prelucrările metalului pe diferite maşini-unelte cu avans automat iese în evidenţă *partea mecanică a procesului de producţie*. În acest caz

se va avea în vedere acea parte a procesului de producţie executată de mecanismele acţionate de o sursă de energie exterioară independentă de executant. Sarcinile executantului se repetă de mai multe ori în cursul procesului. Unele sînt de scurtă durată şi se referă în special la pornirea, oprirea, reglarea şi supravegherea maşinii. Supravegherea maşinii solicitînd energie nervoasă şi cerebrală în detrimentul celei musculare, are ponderea cea mai mare în cazul deservirii unei singure maşini. Adesea pot fi deservite simultan mai multe utilaje.

Prin partea automatizată a procesului de producţie se înţelege acea parte la care modificările suprafeţelor sau obiectelor, a regimurilor de prelucrare se face fără intervenţia directă a executantului. În acest caz sarcinile normării se referă în special la utilizarea fotografierii sau observărilor instantanee pentru determinarea normelor de timp şi de personal. În cadrul proceselor automatizate, însăşi intervenţia omului pentru conducerea uneltelor de muncă, trecerile de la un regim de muncă la altul se execută tot de către energii exterioare acestuia.

În procesele automatizate executantul este eliberat de muncile fizice şi are posibilitatea să consacre un timp mai mare timpului de supraveghere a utilajului. La rîndul său, utilajul poate funcţiona în mare măsură fără supravegherea omului şi astfel se ajunge la posibilitatea creşterii normelor de deservire şi personal.

Asemenea situaţii se întîlnesc în secţiile de prelucrări mecanice şi este necesară cunoaşterea timpului pentru efectuarea proceselor de muncă. În funcţie de raportul în care se află timpul de funcţionare utilă a utilajului şi timpul necesar executantului, pentru efectuarea procesului de muncă, se determină numărul de executanţi pentru o formaţie de lucru, în cazul unui raport supraunitar sau numărul de utilaje ce pot fi deservite de un muncitor în cazul unui raport subunitar.

e. Avînd în vedere criteriul cooperării între executanţi, procesele de producţie pot fi realizate individual sau în colectiv. În decursul timpului, ca urmare a diviziunii sociale a muncii, de la procesele executate individual s-a ajuns astăzi la executarea în colectiv a muncii într-o măsură tot mai însemnată. Fundamentarea normelor de personal se leagă tocmai de stabilirea timpului necesar unei întregi formaţii de lucru, precizîndu-se cu această ocazie care sînt sarcinile optime ale fiecărui executant, membru al acesteia.

Corespunzător gradului de ocupare în muncă a fiecărui executant pot fi distinse o ocupare parţială şi una completă a acestuia pe parcursul schimbului de lucru.

Gradul de ocupare al unui executant g_0^0 presupune compararea timpului productiv T_p şi a celui pentru odihnă şi necesităţi fiziologice t_{on} cu durata schimbului de lucru T_M, adică $g_0^0 = (T_p + t_{on})/T_M$.

Gradul de ocupare al executantului este subunitar şi se tinde să fie cît mai apropiat de 1.

Crescînd prin diferite metode tehnico-organizatorice gradul de ocupare al executantului, se găsesc astăzi posibilităţi pentru lărgirea zonei de servire a acestuia astfel încît timpul său de lucru să fie folosit cît mai raţional

şi să fie evitate întreruperile din activitatea sa, fie datorită nevoilor producţiei, fie datorită condiţiilor de protecţie sau de tehnica securităţii muncii.

Dacă de exemplu, după fiecare 5 minute de activitate a unui executant, în care se includ şi timpii de deplasare, urmează o perioadă suficient de lungă fără supraveghere a maşinii, este raţional ca executantul să-şi lărgească zona de servire.

1.3. Structura procesului de producţie

1.3.1. Elementele componente ale procesului de producţie

Procesul de producţie este realizat în condiţiile tehnicii actuale de un număr mare de executanţi care trebuie să lucreze în colectiv cu simţ de răspundere şi disciplină.

Elementele omogene din punct de vedere tehnologic care conturează activitatea practică şi răspunderile executantului, trebuie să fie corelate între ele şi să asigure echilibrarea încărcăturii locurilor de muncă şi ale executanţilor. Aceste elemente se numesc operaţii.

Operaţia de muncă este acea parte a procesului de muncă de a cărei efectuare răspunde un executant, pe un anumit loc de muncă prevăzut cu anumite utilaje şi unelte de muncă, acţionînd asupra unor anumite obiecte sau grupe de obiecte ale muncii, în cadrul uneia şi aceleiaşi tehnologii.

Corespunzător proceselor de muncă şi proceselor tehnologice se deosebesc : operaţia de muncă, rezultat al diviziunii muncii, şi operaţia tehnologică, rezultat al diviziunii tehnologice. Aceste două tipuri de operaţi pot să se suprapună uneori dar, adeseori nu se suprapun.

Operaţia tehnologică se referă la acea parte a procesului tehnologic care constă în transformarea cantitativă sau calitativă a obiectului muncii într-un produs finit sau semifabricat cu anumite caracteristici măsurabile, realizat cu mijloace manuale, manual-mecanice sau mecanice.

Operaţia se caracterizează prin 4 elemente : locul de muncă, obiectul muncii, mijlocul de muncă folosit şi caracterul lucrării. Aceste elemente se modifică pe măsură ce procesul de muncă se mecanizează. Dacă pentru procesele manuale operaţia tehnologică se suprapune cu cea manuală, pentru procesele automatizate operaţia de muncă se distinge net de cea tehnologică, în ea cuprinzîndu-se doar activităţile de pornire şi oprire, de supraveghere şi reglare a utilajelor.

Operaţia de muncă nu se referă numai la activităţile procesului tehnologic propriu-zis de transformare cantitativă sau calitativă a obiectelor muncii ci şi la alte elemente ale procesului de producţie cum sînt cele legate de transportul, depozitarea sau controlul execuţiei de care depinde realizarea operaţiilor tehnologice.

---

* Definirea noţiunilor este conform STAS 6909-75 „Normarea muncii tehnologice"

Pentru prelucrările mecanice la mașini-unelte sînt întîlnite operații ca : strunjirea, găurirea, frezarea, rabotarea, rectificarea etc. De exemplu dacă atît strunjirea de degroșare cît și cea de finisare la un arbore sînt executate de către același muncitor, la aceleași strung, constituie o operație. Dacă aceeași muncă este executată de către muncitori diferiți la strunguri diferite, unul executînd strunjirea de degroșare iar celălalt strunjirea de finisare, apar două operații. Rezultă deci că o lucrare ce se întrerupe pentru ca obiectul muncii să fie prelucrat de un alt executant la alt loc de muncă, se divide în două operații.

Se consideră totuși ca fiind aceeași operație cînd muncitorul își întrerupe activitatea la o anumită lucrare din diferite considerente (de exemplu terminarea schimbului) și o reia peste un anumit timp. Durata unei operații poate fi deci mai mică, egală sau mai mare decît un schimb și, de aceea, la realizarea unei operații se pot întîlni cazuri de participare a mai multor executanți (executant colectiv).

În cazul participării mai multor executanți, are loc o diviziune a operației, fiecare executant fiind însărcinat doar cu o parte din activitățile care compun operația respectivă. Liniile tehnologice din industria constructoare de mașini sînt exemple de locuri unde lucrează executanți colectivi. În cadrul liniilor tehnologice (la mașinile-unelte), unde automatizarea este mai dezvoltată, operația de prelucrare se divide de regulă între 2 muncitori, care-și împart sarcinile : reglorul și operatorul.

Operația se referă la întregul lot de piese. Activitatea principală a executantului în acest caz este ciclică, repetîndu-se cu fiecare piesă.

Prin datele operației se precizează care sînt sarcinile și răspunderile executanților pentru un anumit interval de timp privind munca repartizată. Pentru o echilibrare corespunzătoare a sarcinilor de muncă între executanți și utilaje, operațiile se pot descompune în faze, mînuiri și mișcări, ale căror elemente de timp (durate) depind de mai mulți factori.

Descompunerea operației în felul acesta are o mare importanță în activitatea de planificare și de organizare, deoarece asigură studierea tuturor acțiunilor muncitorilor în vederea stabilirii celui mai rațional sistem de lucru și a mijloacelor corespunzătoare aplicării acestuia la locul de muncă respectiv.

Faza de muncă este o parte a operației care se caracterizează prin utilizarea acelorași unelte de lucru și a aceluiași regim tehnologic, obiectul muncii suferind o singură transformare tehnologică.

Operațiile pot sau nu să fie împărțite în faze.

La operația de strunjire a unei suprafețe pe același strung se pot constitui două faze : degroșarea și finisarea, care se deosebesc prin regimurile de lucru și prin sculele de așchiere.

Fazele se pot executa în mai multe etape identice, de unde și noțiunea de trecere.

Trecerea este o parte a fazei care se repetă identic și se caracterizează printr-o cursă de lucru.

Durata fazei care se compune din mai multe treceri, se stabileşte prin multiplicarea numărului de treceri cu durata unei treceri. Această situaţie poate fi întîlnită atunci cînd sînt de prelucrat mai multe suprafeţe identice în cadrul aceleiaşi operaţii necesitînd un număr de treceri pe maşină egal cu numărul de suprafeţe. Aşa este cazul unei operaţii de găurire care necesită, executarea a 3 sau 4 orificii la o flanşă a unei piese.

Sînt şi cazuri cînd găurirea se face simultan cu mai multe burghie şi atunci operaţia nu se mai descompune în faze.

Pentru a putea determina cu precizie durata necesară executării unei operaţii care nu se descompune în faze este necesar să fie cunoscute alte elemente mai detaliate ale intervenţiei executantului în procesul de muncă. Sub acest aspect se iau în consideraţie acele elemente simple ale muncii numite mînuiri.

Mînuirea este acea parte a procesului de muncă care reprezintă un anumit grup de mişcări ale unui executant, determinat de un scop bine definit în executarea operaţiei tehnologice.

Durata unei mînuiri depinde direct de proprietăţile obiectelor (greutate, mărime, formă) asupra cărora executantul trebuie să acţioneze. De exemplu, trasarea conturului cu trasorul este legată de contur şi de mărimea piesei. De aici rezultă că înaintea procesului de normare trebuie făcut un complex studiu de metodă prin care să se sistematizeze şi să se grupeze mînuirile simple raţionale în grupe de mînuiri complexe. Fixarea cuţitului la strung reprezintă suma mai multor mînuiri. Această fixare se poate produce numai de cîteva ori în cadrul schimbului.

O mînuire poate fi realizată de mai multe ori sau o singură dată în cadrul unei operaţii la o maşină. Strîngerea piesei la operaţia de strunjire se realizează de mai multe ori în cadrul operaţiei.

Pentru producţia de serie mare şi de masă, necesităţil estudiului muncii şi ale normării impun o defalcare şi mai în detaliu în elemente ale muncii, denumite mişcări, putîndu-se stabili mişcările de prisos, şi precizîndu-se mai exact conţinutul de muncă al executantului.

Mişcarea, cel mai simplu element al muncii constă dintr-o deplasare, luare de contact sau desprindere a executantului de utilaj sau de organele acestuia de comandă, de unealta de lucru sau de obiectul muncii asupra căruia acţionează.

Se deosebesc mai multe complexe de mişcări, ca de exemplu de contact, prindere, desprindere etc. Fiecărei mişcări i se poate atribui un timp mai mare sau mai mic, în funcţie de efortul depus, de amploarea mişcării, de poziţia şi precizia execuţiei.

Operaţia de introducere a unei piuliţe pe un şurub se combină cu cîteva mişări simple de potrivire exactă a piuliţei care împreună formează un complex de mişcări legate între ele : de rotire, de deplasare în vederea scopului final, de introducere a piuliţei pe şurub. Mişcarea următoare de înşurubare a piuliţei este o mişcare simplă.

Analiza proceselor de muncă (fig. 1.2) se dovedeşte foarte eficace în acţiunile de normare atît pentru organizarea producţiei şi a muncii, cît şi pentru însuşirea celor mai avansate metode de muncă.

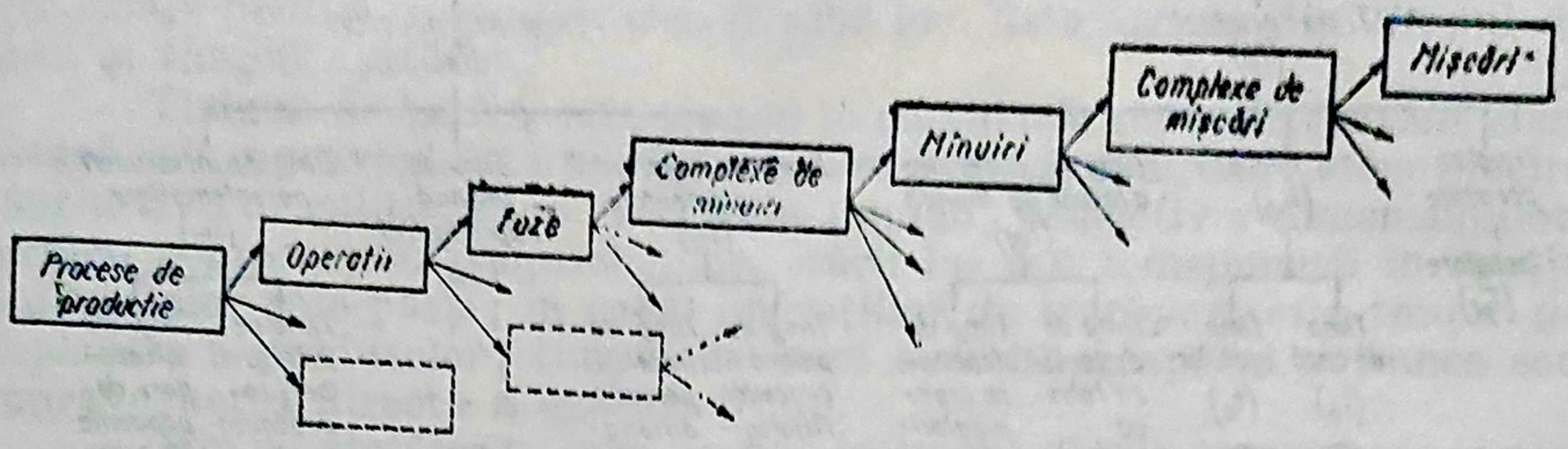


Fig. 1.2. Elementele componente ale procesului de producţie.

1.3.2. Progresul tehnic şi modificarea structurilor de producţie

Introducerea progresului tehnic influenţează structura timpului de lucru al executantului şi structura timpului de funcţionare a utilajului. Ca urmare acestui fapt, se reduce timpul ajutător prin eliminarea activităţilor manuale de lichidare a opririlor maşinilor, creşte timpul de funcţionare utilă a mijloacelor fixe, şi prin aceasta se modifică structura procesului de producţie. Se reduc de asemenea, timpii de aşteptare şi depozitare, tinzînd spre a fi eliminaţi, se diminuiază timpii de control ca şi cei pentru manipulare şi transport. În mărime absolută scad şi timpii operativi de transformare a materiilor prime ca urmare a dotării muncii cu mecanisme. Timpii operativi sporesc doar în cazul cînd sînt analizaţi în mărime relativă.

Progresul tehnic şi organizarea muncii, ca o latură a progresului tehnic, trebuie să asigure în cadrul procesului de producţie o pondere tot mai mare pentru acţiunile nemijlocite de transformare a obiectului muncii pe seama reducerii la minimum posibil a aşteptărilor şi transporturilor, atît la nivelul proceselor de producţie, cît şi la nivelul operaţiilor care nu contribuie cu nimic la creşterea valorii şi a valorii de întrebuinţare operaţii care constituie acţiuni ineficiente.

1.4. Structura timpului de muncă şi procesul de producţie *

1.4.1. Structura timpului de muncă al executantului

Pentru prezentarea structurii timpului de muncă consumat de executant (conform STAS 6909-75), se poate folosi schema de fig. 1.3.

Timpul productiv de ocupare a muncitorului la maşină trebuie analizat în conexiune concomitentă cu acţiunea mijloacelor de muncă (unelte,

* La prezentarea noţiunilor s-a avut în vedere STAS 6909-75: Normarea muncii Terminologie.

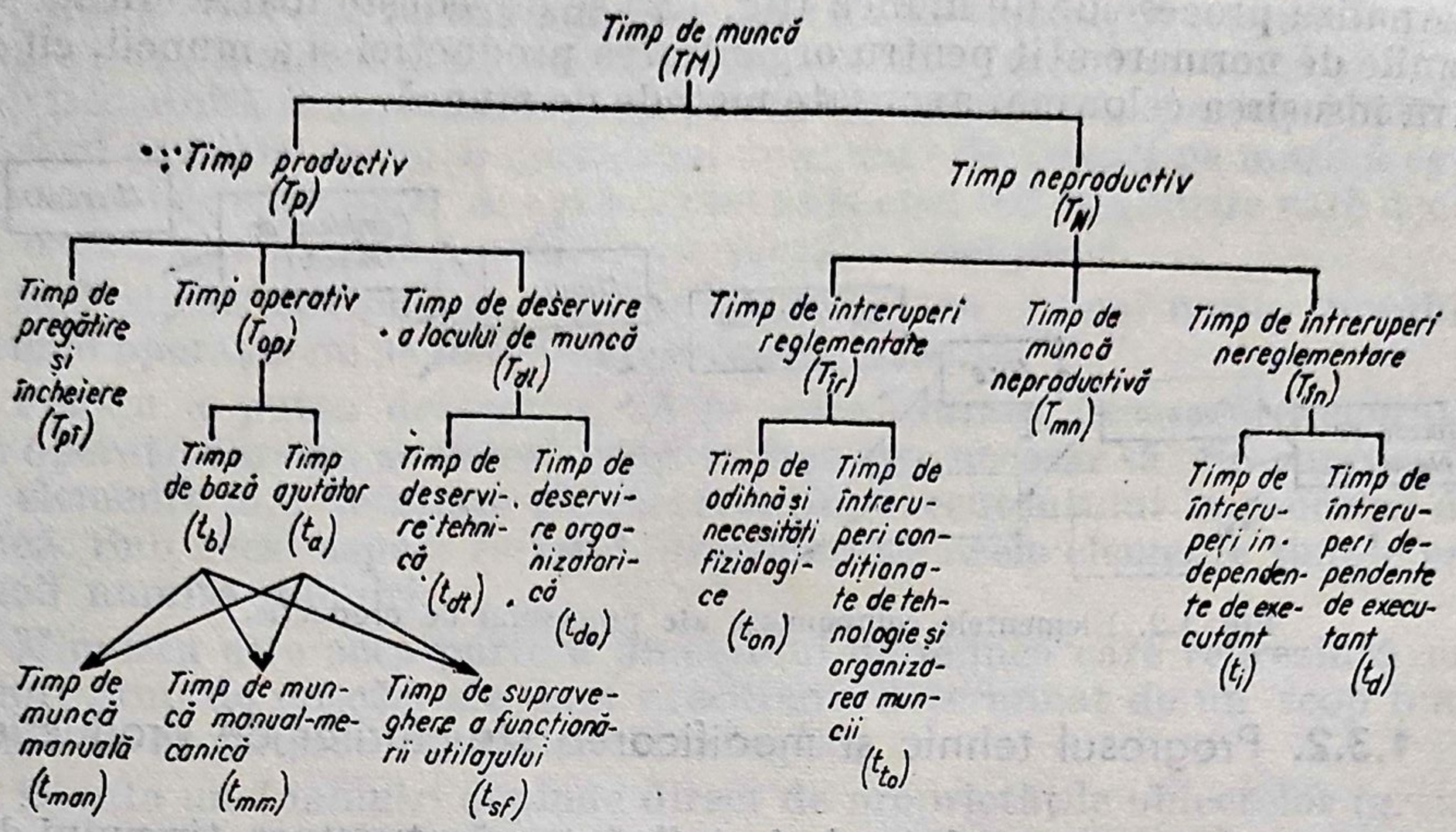


Fig. 1.3. Schema consumului de timp de muncă.

mașini, utilaje etc.) și cu stadiile de trecere ale obiectelor muncii în cadrul desfășurării procesului de producție, în vederea asigurării eficacității procesului de producție. În aceeași perioadă mașina și omul pot sau nu lucra simultan, avînd perioade de așteptare în diverse combinații.

Prin T_M timpul de muncă se înțelege timpul de care dispune un executant (schimbul de muncă) pentru a-și îndeplini sarcinile de muncă, conform duratei reglementate a zilei de muncă și se exprimă în ore-om, min-om sau s-om.

Timpul de muncă productiv diferă de la o ramură industrială la alta și se împarte în timp productiv și timp neproductiv.

a. **Timpul productiv** T_p este timpul în cursul căruia un executant efectuează lucrările necesare pentru realizarea unei sarcini de muncă. Timpul productiv ca și toți ceilalți timpi de muncă ai executantului se exprimă în h-om ; min-om sau s-om. Timpul de muncă productiv trebuie să aibă ponderea cea mai mare în cadrul timpului de lucru. În funcție de conexiunile care există între munca efectuată și obiectul ei se disting trei categorii de timpi productivi : timpi de pregătire-încheiere, timpi operativi și timpi de deservire a locului de muncă.

● **Timpul de pregătire-încheiere** $T_{pî}$ reprezintă timpul în cursul căruia un executant, înainte de începerea unei lucrări (lot de produse), creează condițiile necesare efectuării acesteia și, după terminarea ei, aduce locul de muncă în starea inițială.

Timpul de pregătire încheiere este legat de un anumit lot de piese sau de începerea și terminarea schimbului. Din această cauză cu cît lotul este mai mare, cu atît mărimea acestui timp pe piesă devine mai mică.

Acest timp se referă la primirea și predarea schițelor, sculelor, desenelor, lotului de produse, la examinarea inițială a documentației etc.

● **Timpul operativ** T_{op} este timpul în cursul căruia un executant efectuează sau supraveghează lucrările necesare pentru modificarea cantitativă şi calitativă a obiectelor muncii, efectuînd totodată şi acţiuni ajutătoare pentru ca modificarea să aibă loc. Este format din timpul de bază şi timpul ajutător.

— **Timpul de bază** t_b este timpul în cursul căruia un executant efectuează sau supraveghează lucrări necesare pentru modificarea nemijlocită cantitativă şi calitativă a obiectului muncii, respectiv a dimensiunilor, formei, compoziţiei, proprietăţilor, stării lui sau a dispunerii în spaţiu a diferitelor sale părţi; în cazul operaţiilor de transport este timpul de deplasare a produselor; timpul de bază necesită neapărat acţiunea sau supravegherea directă a executantului.

— **Timpul ajutător** t_a este timpul în cursul căruia nu se produce nici o modificare cantitativă sau calitativă a obiectului muncii, însă un executant trebuie să realizeze mînuirile necesare sau să supravegheze utilajul pentru ca această modificare să poată avea loc; de exemplu, timpul pentru fixarea obiectului muncii la maşinile-unelte şi timpul pentru scoatarea şi depozitarea acestuia de pe maşină este un timp ajutător; pentru cazul în care sînt deservite mai multe maşini, sau cînd locul de muncă al executantului se modifică în funcţie de amplasarea obiectului muncii, se include în timpul ajutător şi timpul de trecere de la o maşină la alta.

Timpii de bază şi ajutători se repetă cu fiecare unitate sau grupă de unităţi de produse executate. În funcţie de gradul de mecanizare şi automatizare al operaţiilor, caracterul participării executantului la îndeplinirea muncii se schimbă astfel că şi consumul de timp de bază şi ajutător poate fi clasificat în: timp de muncă manuală; timp de muncă manual-mecanică; timp de supraveghere a funcţionării utilajului.

— **Timpul de muncă manuală** t_{man} este timpul în cursul căruia lucrarea este efectuată de către un executant cu consum de energie proprie, fără intervenţia unei energii exterioare.

— **Timpul de muncă manual-mecanică** t_{mm} reprezintă timpul în cursul căruia un executant efectuează lucrări cu ajutorul unor utilaje (maşini, agregate, instalaţii, agregate sau mecanisme), acţionate de energii exterioare şi cu participarea simultană şi nemijlocită a energiei proprii a executantului.

— **Timpul de supraveghere a funcţionării utilajului** t_{sf} este timpul în cursul căruia un executant supraveghează desfăşurarea normală a procesului tehnologic a funcţionării utilajului şi menţine reglajul acestuia (în mod convenţional, în timpul de supraveghere se includ şi intervenţiile pentru pornirea, oprirea şi menţinerea reglajului în timpul funcţionării lui). Un exemplu tipic pentru industria constructoare de maşini îl poate constitui timpul de observare a prelucrării automate la maşinile de aşchiat sau timpul consumat pentru observarea cuptoarelor în cazul unor tratamente termice sau de altă natură realizate automat.

● **Timpul de deservire a locului de muncă** T_{dl} este timpul în cursul căruia executantul asigură pe întreaga perioadă a schimbului de muncă atît menţinerea în stare de funcţionare a utilajelor şi sculelor cît şi organizarea, aprovizionarea, ordinea şi curăţenia la locul de muncă, conform sar-

cinilor de muncă ce-i sînt stabilite. Acest timp poate fi împărțit în funcție de scopul muncii efectuate în timp de deservire tehnică și timp de deservire organizatorică.

— **Timpul de deservire tehnică** t_{dt} a locului de muncă, este timpul în cursul căruia un executant asigură pe întreaga perioadă a schimbului de muncă, menținerea în stare normală de funcționare a utilajelor și de utilizare a asculelor, cu care efectuează sarcinile de muncă ce-i sînt stabilite. Timpul pentru revizia, reglarea și rodajul pentru cazul unor repartiții accidentale, timpul pentru înlocuirea unor scule care nu au o frecvență de schimbare legate de tehnologie, sînt de fapt exemple de timpi de deservire a locului de muncă.

— **Timpul de deservire organizatorică** t_{do} a locului de muncă este acel timp în cursul căruia un executant asigură pe întreaga perioadă a schimbului de muncă, îngrijirea, aprovizionarea și organizarea locului său de muncă, conform sarcinilor de muncă ce-i sînt stabilite: timpul pentru așezarea sculelor corespunzătoare nevoilor organizării locului de muncă, timpul pentru curățenia locului de muncă, timpul pentru primirea și predarea schimbului, cînd acești timpi nu sînt legați de timpul de pregătire și încheiere.

b. **Timpul neproductiv** T_N este acel timp în cursul căruia au loc întreruperi în munca executantului oricare ar fi natura lor sau în care acesta nu efectuează lucrări necesare pentru realizarea sarcinii sale de muncă.

În cadrul acestei categorii de timp distingem *timpul de întreruperi reglementate*, *timpul de muncă neproductivă și timpul de întreruperi nereglementate*.

• **Timpul de întreruperi reglementate** T_{ir} este timpul în decursul căruia procesul de muncă este întrerupt pentru a avea loc odihna și necesitățile fiziologice ale executantului, precum și întreruperile condiționate de tehnologie și de organizare a muncii.

— **Timpul de odihnă și necesități fiziologice** t_{on} este timpul din durata zilei de muncă în cursul căruia procesul de muncă este întrerupt, în scopul menținerii capacității de muncă și al satisfacerii necesităților fiziologice și de igienă personală ale executantului.

Timpul de odihnă și necesități fiziologice depinde de condițiile în care se desfășoară procesul de muncă. Pentru condițiile în care se impune gimnastica în producție, aceasta se va suprapune cu timpul de odihnă.

Timpul de întreruperi condiționate de tehnologie și de organizarea muncii t_{to} este acel timp de întrerupere a procesului de muncă, care rezultă inevitabil din prescripții tehnice de folosire a utilajului din tehnologie și din activitatea executanților la locul de muncă respectiv.

Timpul de întreruperi condiționate de tehnologie și organizarea muncii se poate subdivide la rîndul său în *timpul de întreruperi condiționate de tehnologie* în care intră numai perioadele de funcționare utilă sau de nefuncționare a utilajului cînd executantului nu i se poate încredința o altă muncă, nefiind necesară intervenția sa și în *timpul de întreruperi condiționate de organizarea muncii*, care apare la liniile tehnologice neechilibrate ca diferență între ritmul benzii și timpul afectat fiecărei activități, constituind astfel o rezervă de creștere a productivității muncii.

• **Timpul de muncă neproductivă** T_{mn} este timpul în cursul căruia executantul efectuează acţiuni ce nu sînt utile desfăşurării normale a procesului de producţie.

În această categorie intră timpii rezultaţi din rebutarea unei piese sau din remedierea unor lucrări executante necorespunzător sau timpi care apar din lipsa unei bune organizări a locului de muncă şi conduc la căutări de piese sau scule dintr-o anume mulţime.

• **Timpul de întreruperi nereglementate** T_{in} este un timp neproductiv în care procesul de muncă este întrerupt din cauze nereglementate, care pot fi dependente sau independente de executant.

— **Timpul de întreruperi independente de executant** t_i are în vedere timpul de întreruperi nereglementate în muncă, provenite din cauze organizatorice sau naturale şi care nu depind de executant cum ar fi aşteptările legate de lipsa de energie, materii prime, semifabricate, scule, mijloace de transport, a defecţiunilor accidentale ale utilajului sau a calamităţilor naturale şi intemperiilor. În această categorie se include şi timpul de supraveghere în care i s-ar fi putut repartiza executantului alte munci dar din deficienţe de organizare această repartizare nu a avut loc.

— **Timpul de întreruperi dependente de executant** t_d îl reprezintă timpul de întreruperi în muncă, cauzate de încălcarea disciplinei în muncă de către executant, ca de exemplu, plecările mai devreme, întîrzierea de la lucru, întreruperile din cadrul zilei de lucru fie prin prestarea de discuţii nelegate de producţie sau părăsirea locului de muncă.

1.4.2. Structura timpului de folosire a utilajului

Timpii de folosire a utilajului se exprimă în *h*-utilaj, min-utilaj sau *s*-utilaj.

Schema folosirii utilajului în timp poate fi urmărită în figura nr. 1.4.

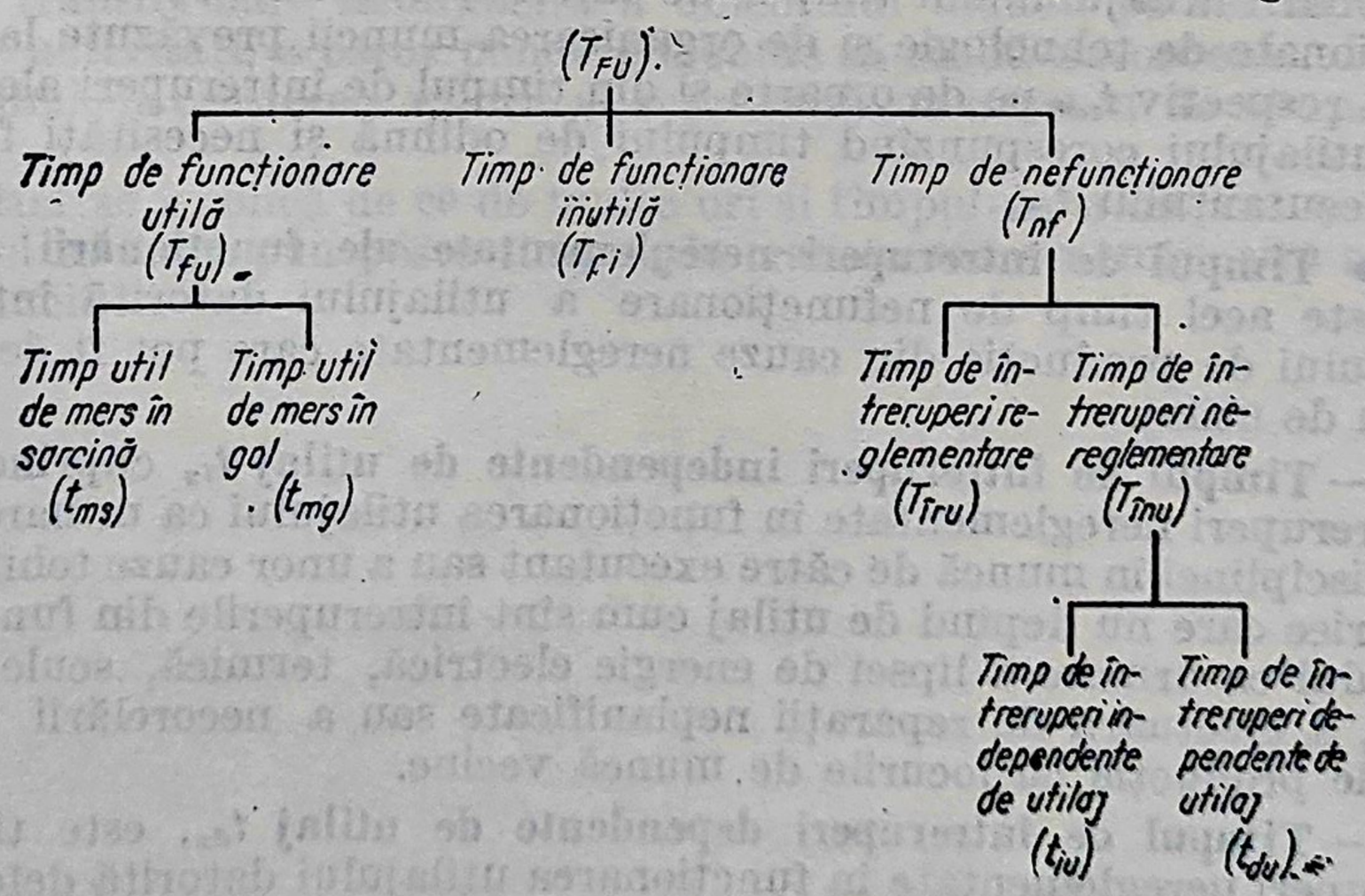


Fig. 1.4. Schema folosirii utilajului în timp.

Timpul de folosire a utilajului T_{FU} cuprinde timpul disponibil pe întreaga perioadă a schimbului de muncă pentru folosirea utilajelor şi se compune din 3 grupe de timpi: *timpul de funcţionare utilă, timpul de funcţionare inutilă şi timpul de nefuncţionare a utilajului.*

a. **Timpul de funcţionare utilă a utilajului** T_{fu} cuprinde totalitatea timpilor utili de mers în sarcină şi a celor utili de mers în gol.

• **Timpul util de mers în sarcină** t_{ms} este acel timp în cursul căruia utilajul se află în funcţionare şi acţionează asupra obiectului muncii.

• **Timpul util de mers în gol** t_{mg} este timpul în cursul căruia utilajul se află în funcţiune şi acţionează asupra obiectului muncii, funcţionarea sa fiind necesară pentru realizarea mersului în sarcină a utilajului. De exemplu, cursele de mers în gol ale maşinilor-unelte.

b. **Timpul de funcţionare inutilă** T_{fi} se referă la timpul în cursul căruia utilajul în mod inutil se află în stare de funcţionare, fie că acţionează asupra obiectului muncii, fie că merge în gol, fără ca acest lucru să fie necesar. Cel mai frecvent exemplu îl constituie timpul neopririi maşinii la terminarea prelucrării sau timpii necesari pentru remanieri sau remedieri ale rebuturilor.

c. **Timpul de nefuncţionare a utilajului** T_{nf} este acel timp în decursul căruia utilajul nu se află în funcţiune datorită întreruperilor reglementate şi nereglementate din funcţionarea sa. Acest timp, la rîndul lui se subdivide în timp ce întreruperi reglementate şi nereglementate.

• **Timpul de întreruperi reglementate ale funcţionării utilajelor** T_{tru} este timpul în decursul căruia utilajul nu funcţionează, corespunzînd timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice ale executantului, care impune întreruperea funcţionării şi timpului de întreruperi condiţionate de tehnologie şi de organizarea muncii.

Elementele de structură a timpului de întreruperi reglementate ale funcţionării utilajului sînt timpul de întreruperi ale funcţionării utilajului condiţionate de tehnologie şi de organizarea muncii prevăzute la locul de muncă respectiv t_{tou} pe de o parte şi din timpul de întreruperi ale funcţionării utilajului corespunzînd timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice ale executantului t_{onu}.

• **Timpul de întreruperi nereglementate ale funcţionării utilajului** T_{tnu} este acel timp de nefuncţionare a utilajului datorită întreruperii procesului de producţie din cauze nereglementate care pot fi dependente sau nu de utilaj.

— **Timpul de întreruperi independente de utilaj** t_{iu} cuprinde timpii de întreruperi nereglementate în funcţionarea utilajului ca urmare a încălcării disciplinei în muncă de către executant sau a unor cauze tehnico-organizatorice care nu depind de utilaj cum sînt întreruperile din funcţionarea utilajului ca urmare a lipsei de energie electrică, termică, scule, materii prime, a efectuării de reparaţii neplanificate sau a necorelării capacităţilor de producţie cu locurile de muncă vecine.

— **Timpul de întreruperi dependente de utilaj** t_{du}, este timpul de întreruperi nereglementate în funcţionarea utilajului datorită defecţiunilor acestuia.

1.4.3. Structura timpului pe ciclul de fabricație

Structura timpului de muncă poate fi analizată și privitor la obiectul muncii, în trecerea acestuia prin toate stadiile procesului de fabricație pentru a se obține un produs finit. Structura timpului de muncă din acest punct de vedere corespunde simbolurilor din studiul muncii: operație, transport, control, așteptare, depozitare.

• **Timpul de transformare** are de obicei ponderea cea mai mare și reprezintă timpul în care obiectul muncii este supus prelucrărilor în vederea obținerii semifabricatelor sau produselor finite.

• **Timpul de transport** poate apare cu ocazia deplasării semifabricatelor și produselor finite de la magazia de materii prime la magazia secțiilor și de aici la diferite locuri de muncă, între locurile de muncă, între locurile de muncă și depozitele intermediare sau de produse finite.

• **Timpul de control** este timpul afectat examinării cantitative sau calitative a materiilor prime, semifabricatelor sau produselor finite.

• **Timpul de așteptare** în vederea transformării la diferite locuri de muncă, începînd cu primul loc de muncă și terminînd cu ultimul, inclusiv timpii de așteptare în vederea controlului sau transportului, este de dorit să aibă o pondere cît mai mică în cadrul procesului de producție.

• **Timpul de depozitare** este timpul în care obiectul muncii este păstrat în spații special amenajate în vederea introducerii lui în fabricație sau în vederea desfacerii.

Suma tuturor acestor timpi, începînd cu magazia de materii prime și terminînd cu cea de produse finite, formează *ciclul de fabricație*.

Studierea acestor timpi în concordanță cu cei privind timpul de muncă al executantului și cu cei de funcționare a utilajului trebuie să conducă la măsuri pentru reducerea ciclului de fabricație prin creșterea timpilor de transformare nemijlocită a obiectului muncii pe seama tuturor celorlalte activități, a căror pondere trebuie să scadă necontenit, deoarece nu contribuie la creșterea valorii și reprezintă un consum de timp neproductiv.

Astfel se explică de ce de multe ori și timpul de transport și timpul de control se suprapun peste timpul de transformare nemijlocită a obiectelor muncii.

Capitolul 2

NORMELE DE MUNCĂ

Norma de muncă reprezintă cantitatea de muncă care se stabileşte unui executant care are calificarea corespunzătoare şi lucrează în ritm normal pentru efectuarea unei operaţii, lucrări sau serviciu în anumite condiţii tehnico-organizatorice precizate. Întreruperile nereglementate şi neproductive nu se includ în norma de muncă. Norma de muncă se stabileşte pentru toate categoriile de personal şi cuprinde numai acţiunile utile ale executantului şi acele întreruperi care sînt obligatorii pentru desfăşurarea procesului de producţie.

2.1. Norma de timp şi norma de producţie

Normele de muncă pot fi exprimate prin mai multe forme, în funcţie de specificul activităţii : *norme de timp*, *norme de producţie*, *norme de personal*, *sfere de atribuţiuni* şi *norme de servire*.

În orice formă de exprimare, norma de muncă conţine descrierea conţinutului muncii şi cantitatea de muncă ce trebuie efectuată în anumite condiţii organizatorice ale locului de muncă. Pentru munca desfăşurată în colectiv, în brigadă sau în echipă este utilă cunoaşterea normei de personal.

Între norma de producţie şi norma de timp există o legătură directă. La o reducere a normei de timp corespunde o creştere a normei de producţie, care poate fi exprimată printr-o relaţie funcţională de forma

$$N_T = \frac{1}{N_P} \text{ în care :}$$

N_T este **norma de timp,** prin care se înţelege timpul stabilit unui executant care are calificarea corespunzătoare pentru efectuarea unei unităţi de lucrare (produs) în condiţii tehnico organizatorice precizate ale locului de muncă;

N_P — **norma de producţie,** prin care se înţelege cantitatea de produse sau delucrări stabilită a se efectua într-o unitate de timp de către un executant care are calificarea corespunzătoare şi lucrează cu intensitate normală în condiţii tehnico-organizatorice precizate ale locului de muncă.

Norma de timp se exprimă în *unităţi de timp·om* (zi·om, h·om, min·om, s·om) pe *unităţi naturale* (buc, kg, m etc.).

Normele de producţie se utilizează de regulă pentru producţia de masă şi serie mare sau mijlocie, pentru lucrările care au un grad mare de repetitivitate.

Normele de producţie se exprimă în unităţi naturale (buc, kg, m etc.) avîndu-se în vedere intervalul de timp pentru care se stabileşte norma de producţie.

Norma de timp grupată se referă la timpul necesar pentru efectuarea unei singure grupe de operaţii, de lucrări sau atribuţiuni identice sau diferite în condiţii tehnice şi organizatorice precizate.

2.2. Norma de servire şi norma de personal

Norma de servire sau zona de servire se referă la locul de muncă delimitat prin dimensiunile sau înzestrarea lui, în care un executant îşi exercită atribuţiunile sau sarcinile de muncă. De exemplu, pentru un reglor, norma de servire este reprezentată de numărul de maşini care s-a stabilit pentru a fi reglate de el pentru o anumită perioadă de timp. Pentru muncitorii de la îngrijirea încăperilor de producţie, această normă se referă la numărul de metri pătraţi pe care trebuie să-i menţină în stare de curăţenie.

Norma de servire poate avea în vedere şi servirea de către muncitori a unor utilaje diferite sau locuri de muncă diferite, atunci cînd nu au asigurată ocuparea completă la un singur loc de muncă în decursul unui schimb de lucru. Norma de servire se poate exprima în număr de utilaje, în metri patraţi dar, ţinînd seama de norma de producţie a fiecărui utilaj, ea se poate exprima şi în unităţi naturale.

Norma de personal se aplică în cazul producţiei de bandă sau în cazul proceselor de aparatură cînd munca este organizată în echipe şi brigăzi, sarcinile de muncă fiind fixate pentru un anumit colectiv de oameni.

Norma de personal reprezintă numărul de lucrări, meseria (funcţia lor) şi nivelul de calificare necesar, stabilite pentru un executant colectiv care-şi exercită activitatea în cadrul unei sarcini de muncă normate, în condiţii tehnico-organizatorice precizate.

La baza stabilirii normelor de muncă pentru echipă, trebuie să stea o organizare raţională a muncii şi folosirea completă a tuturor muncitorilor din formaţia de lucru. Într-o echipă pot exista munctori de calificări şi meserii diferite.

2.3. Clasificarea normelor de muncă

Normele de muncă se pot clasifica din mai multe puncte de vedere.

După **gradul de complexitate** normele de muncă se clasifică în norme elementare, care se referă la efectuarea unei singure operaţii sau lucrări şi norme grupate, care rezultă din însumarea celor elementare pentru efectuarea unei operaţii, a unui grup de operaţii sau lucrări. Aceste norme gru-

pate pot fi exprimate sub forma normelor de timp. Normele elementare pot fi exprimate sub formă de norme de producţie, de servire, de personal.

După **sfera de aplicare,** se disting norme locale, care au în vedere condiţiile tehnico-organizatorice specifice unei singure unităţi în care se aplică, şi norme unificate, care se pot aplica la nivelul mai multor unităţi.

Normele unificate, la rîndul lor, pot fi unificate la nivelul ministerului, consiliului popular judeţean, grup de întreprinderi sau la nivelul economiei naţionale. Normele unificate la nivelul economiei înlocuiesc pe cele unificate pe minister, grup de întreprinderi sau locale, care erau în vigoare la data aplicării lor.

Din punctul de vedere al **stadiului de aplicare** *norma de muncă poate fi definitivă, de însuşire şi provizorie.*

Norma de muncă definitivă reprezintă cantitatea de muncă necesară unui executant pentru efectuarea unei lucrări cu intensitate normală şi în condiţii tehnico-organizatorice precizate însuşite de către executant. Această normă nu se schimbă decît odată cu schimbarea condiţiilor de muncă avute în vedere la stabilirea ei. Condiţiile de muncă trebuie să reflecte atît un proces de muncă organizat raţional cît şi un proces tehnologic avansat.

Norma de muncă de însuşire reprezintă norma de muncă la un moment dat, exprimînd cantitatea necesară de muncă în realitate, corespunzător nivelului de însuşire a noilor condiţii tehnico-organizatorice oferite executantului prin proiectul de normă respectiv. Între norma de muncă, norma de însuşire şi norma definitivă pot exista anumite diferenţe care trebuie reduse sistematic pe măsura însuşirii condiţiilor de muncă proiectate, timpul de însuşire trebuind să nu depăşească 6 luni, în cazuri cu totul excepţionale organul ierarhic superior împreună cu organul sindical local, putînd aproba depăşirea acestui termen pînă la 12 luni.

Norma de muncă provizorie se stabileşte de obicei prin comparaţie cu lucrări similare, avînd în vedere documentaţia existentă, sau prin evaluarea volumului de muncă necesar de către specialiştii în munca de normare. Aceste norme au un caracter accidental şi se aplică temporar pînă la maximum 3 luni. În acest interval trebuie elaborate norme de muncă definitive. Aceste norme se elaborează fie pentru produse sau procese noi, fie pentru producţia de unicate.

2.4. Structura normelor tehnice de timp

Norma de timp cuprinde totalitatea timpilor productivi ai executantului precum şi timpii de întreruperi reglementate. Aceşti timpi constituind timpul normat. Timpii de întreruperi nereglementate şi timpii de muncă neproductivă nu sînt cuprinşi în norma de muncă, fiind numiţi timpi nenormaţi, urmînd ca valoarea lor să se diminueze cît mai mult. Timpii normaţi pot fi prezentaţi structural în schema componentelor normei de timp.

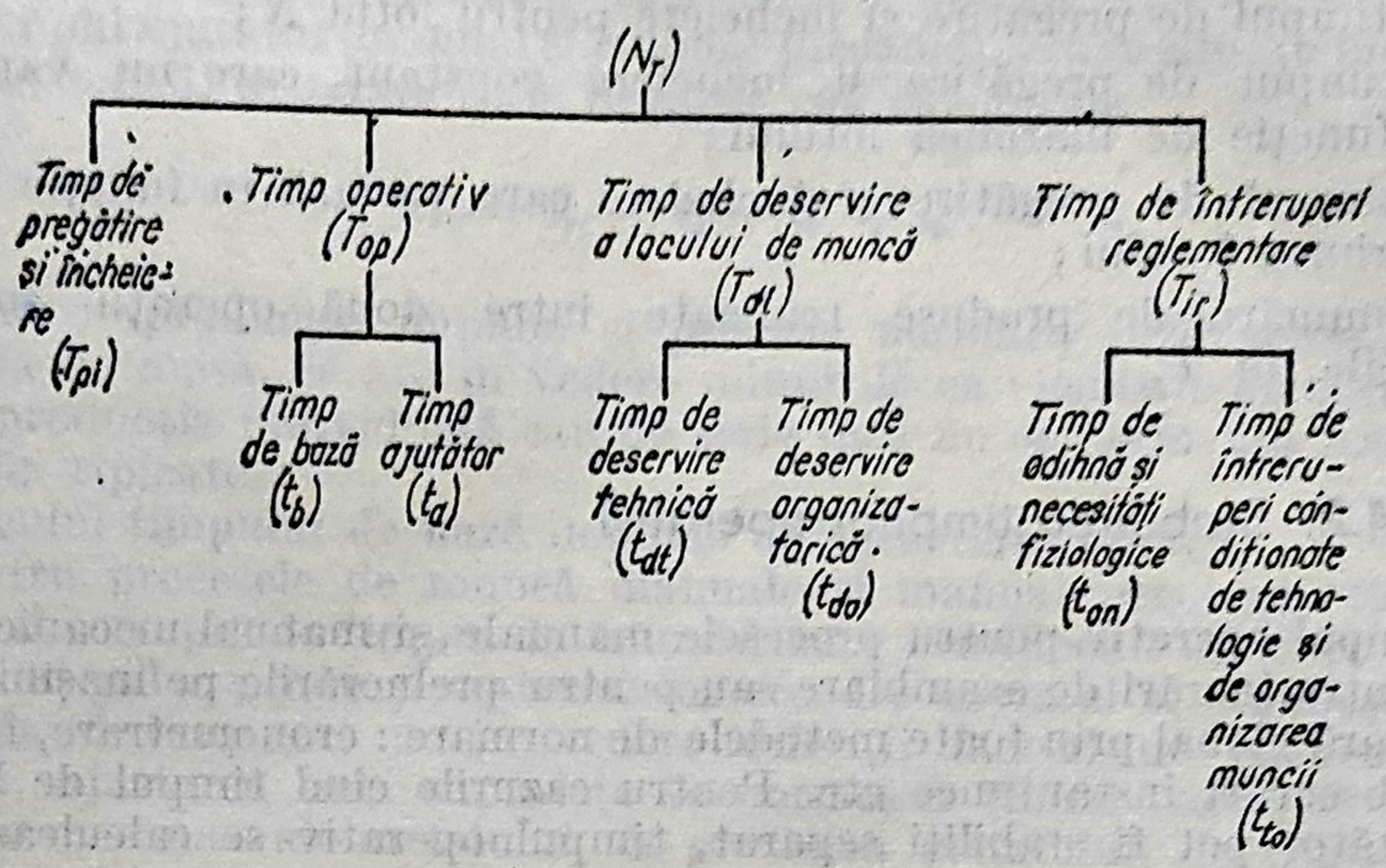


Fig. 2.1. Structura normei de timp.

2.4.1. Stabilirea timpului de pregătire și încheiere

Timpul de pregătire și încheiere diferă în funcție de tipul producției, de caracterul operației și de forma de organizare a muncii.

Pentru producția de serie mijlocie, pentru lucrările manuale, în general, în cazul operațiilor identice repetitive, timpul de pregătire și încheiere este relativ mic, deoarece nu este necesară o pregătire deosebită pentru fiecare operație în parte.

În cazul producției de masă, cînd utilajul este reglat pentru o perioadă îndelungată iar organizarea muncii nu suferă modificări, timpul de pregătire și încheiere este neînsemnat.

Timpul de pregătire-încheiere este relativ mare pentru producția de unicate și serie mică, atunci cînd acest timp este consumat la locul de muncă de către personalul muncitor de bază și nu de cel auxiliar.

Timpul de pregătire și încheiere se exprimă în procente față de timpul operativ sau în unități de timp. Pentru măsurarea acestui timp se pot folosi: cronometrarea, fotografierea, fotocronometrarea și observările instantanee.

Cînd în timpul prelucrării pieselor unui lot apar activități ce se repetă după un anumit număr de pise, sau timp de funcționare (înlocuirea unei scule), timpul de pregătire și încheiere se stabilește separat pentru lucrările constante și separat pentru cele variabile, în conformitate cu relația

$$T_{pi} = T'_{pi} + T''_{pi} \frac{N}{q}, \qquad (2.1)$$

în care :

T_{pi} este timpul de pregătire și încheiere pentru lotul N;

T'_{pi} — timpul de pregătire și încheiere constant, care nu variază în funcție de mărimea lotului;

T''_{pi} — timpul de pregătire și încheiere care variază în funcție de mărimea lotului;

q — numărul de produse realizate între două operații succesive ale lui T''_{pi}.

2.4.2. Stabilirea timpilor operativi

Timpul operativ pentru procesele manuale și manual-mecanice, cum ar fi pentru lucrări de asamblare sau pentru prelucrările pe mașini unelte se măsoară global prin toate metodele de normare : cronometrare, fotografiere, observări instantanee etc. Pentru cazurile cînd timpul de bază și cel ajutător pot fi stabiliți separat, timpul operativ se calculează prin însumarea lor.

Pentru stabilirea timpului operativ în cazul lucrărilor mecanice și automate este necesară cunoașterea următorilor parametri de funcționare utilă a utilajului :

$$T_{op} = T_{fu} - (T'_{dl} + T'_{ir}) + (t''_b + t''_a), \text{ în care :} \qquad (2.2)$$

T_{fu} este timpul de funcționare utilă a utilajului;

T'_{dl} — timpul de deservire a locului de muncă suprapus cu T_{fu};

T'_{ir} — timpul de întreruperi reglemente suprapuse cu T_{fu};

t''_b — timpul de bază nesuprapus cu T_{fu};

t''_a — timpul ajutător nesuprapus cu T_{fu}, iar

T''_{op} — timpul operativ nesuprapus cu T_{fu}

$$T''_{op} = (t''_b + t''_a) \qquad (2.3)$$

În cazul în care timpul de bază se suprapune integral cu timpul de funcționare utilă a utilajului, atunci evident, relația (2.2) devine

$$T_{op} = T_{fu} + t''_a. \qquad (2.4)$$

Sînt cazuri cînd timpul de funcționare utilă a utilajului nu se poate determina prin calcul ci prin observări discrete. În acest caz

$$T_{op} = T'_{op} + T''_{op} \qquad (2.5)$$

în care T'_{op} este timpul operativ, suprapus cu T_{fu}, dat de relația

$$T'_{op} = t_{sf} + t'_a \qquad (2.6)$$

unde :

t_{sf} este tipul de supraveghere a funcţionării utilajului ;

t'_a — timpul ajutător (manual şi manual-mecanic) care se suprapune cu T_{fu}.

Relaţia (2.5) se poate scrie în acest caz sub forma

$$T_{op} = t_{sf} + t'_a + t''_b + t''_a. \qquad (2.7)$$

Tipul de producţie impune şi precizia normării şi de aceea, pentru producţia de masă, se are în vedere mînuirile ca elemente de normat, pe cînd la producţia individuală sau de serie încă nu se normează fazele sau operaţiile tipizate.

Calculul **timpului de bază** depinde de caracterul muncii.

Pentru procesele de muncă manuale şi manual-mecanice, timpului de bază îi corespunde timpul de transformare nemijlocită de către executant a materiilor prime şi materialelor etc. De aceea el se stabileşte prin măsurători de timp care au în vedere diferiţii factori de influenţă. De exemplu, ajustarea unei suprafeţe se normează ţinînd seama de caracteristicile mecanice ale metalului, de grosimea metalului, de conturul ce urmează a fi obţinut.

În cazul proceselor mecanice şi automatizate intervine tipul de suprapunere a funcţionării utile în sarcină a utilajului (strunjirea automată a unei piese), care se poate suprapune parţial sau total cu timpul de funcţionare utilă a utilajului.

În timpul de bază se poate include uneori şi timpul de intervenţie directă a executantului asupra obiectelor muncii (nesuprapuse cu T_{fu}) ca de exemplu luarea gratului unei găuri strunjite, curăţirea şi verificarea pieselor prelucrate.

În cazul suprapunerii parţiale a timpului de bază cu cel de supraveghere există posibilitatea ca executantul să poată deservi mai multe utilaje, întrucît în acest caz apar mai multe întreruperi în activitatea executantului.

Timpul de bază se calculează în general cu ajutorul unor relaţii de calcul care au în vedere parametri de funcţionare ai utilajelor şi caracteristicile obiectelor muncii. Pentru a calcula de exemplu timpul util de mers în sarcină t_{ms} al unui strung într-o singură trecere, se utilizează mărimile : viteza de avans v_a, în mm/min ; drumul L, parcurs de o piesă sau o sculă în sensul avansului, în mm/trecere ; avansul a la o rotaţie a piesei sau sculei, în mm/rotaţie ; numărul de treceri i/buc ; turaţia piesei prelucrate n, în rotaţii/min, care la rîndul ei, depinde de viteza de aşchiere v, calculată în mm/min şi este în funcţie de diametrul piesei d, în mm. Relaţia de calcul este :

$$t_{ms} = \frac{L}{v_a} i = \frac{L}{n \cdot a} i = \frac{L}{\frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}} i, \text{ deoarece } n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}. \qquad (2.8)$$

Stabilirea **timpului ajutător** se realizează, de asemenea, în funcţie de caracterul muncii.

Timpul ajutător se poate stabili prin formele de calcul în cazul cînd întregul timp util de mers în gol al utilajului necesită supravegherea executantului, dar de obicei, se stabileşte prin măsurători directe ale timpului. Timpul util de mers în gol impune uneori o supraveghere totală sau parţială. În cazul cînd această supravegehere nu este necesară pentru executant, acest timp se poate considera ca fiind timp de întreruperi condiţionate de tehnologie.

La stabilirea timpului ajutător se va urmări raţionalizarea muncii executantului: prin suprapunerea mişcărilor celor două mîini, prin suprapunerea mişcărilor muncitorului cu funcţionarea maşinilor şi prin scutirea muncitorului de activităţi auxiliare şi neproductive. În funcţie de tipul de producţie, timpul ajutător se stabileşte în conformitate cu tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. **Stabilirea timpului ajutător în funcţie de tipul de producţie**

Tipul de producţie	Elemente componente ale procesului de producţie, pentru care se stabileşte timpul ajutător
Masă, serie mare	Mişcări, mînuiri, complexe de mînuiri
Serie mijlocie	Complexe de mînuiri, faze, operaţii
Serie mică, unicate	Pe procese tehnologice, pe tipuri de prelucrare a diferitelor suprafeţe sau a pieselor întregi

2.4.3. Stabilirea timpului de deservire a locului de muncă

Durata timpului de deservire a locului de muncă şi conţinutul acestui timp depind de caracterul muncii, de tipul de producţie, de lucrarea care se execută şi de felul utilajului folosit. În cazul proceselor mecanice sau automatizate, acest timp se calculează în procente din timpul de funcţionare utilă a utilajului T_{fu} şi se exprimă în unităţi de timp-om.

În cazul proceselor manuale sau manual-mecanice timpul de deservire a locului de muncă se exprimă în aceleaşi unităţi de timp, dar în procente din timpul operativ.

Timpul de deservire a unei maşini-unelte va depinde de lucrarea care se execută, de cantitatea de şpan care trebuie îndepărtată, de lichidul de răcire folosit, de regimul de lucru utilizat, de gradul de automatizare, care poate conduce la un anumit timp în care muncitorul poate executa lucrări corespunzătoare altor categorii de timp, de numărul de puncte de ungere sau de sistemul de lubrefiere utilizat ş.a.

Procedeele de măsurare a timpului de deservire a locului de muncă sînt aceleaşi cu cele pentru stabilirea timpului de pregătire şi încheiere cu deosebirea că această categorie de timp se referă la aproape toate lucrările ce se efectuează pe un loc de muncă şi nu se stabileşte în funcţie de anumite lucrări.

2.4.4. Stabilirea timpului de odihnă și necesități fiziologice

Timpul de odihnă și necesități fiziologice se stabilește pe bază de normative în funcție, de factorii care determină apariția senzației de oboseală la fiecare loc de muncă.

2.4.5. Stabilirea timpului de întreruperi condiționate de tehnologie și organizare

Timpul de întreruperi condiționate de tehnologie și de organizarea muncii se stabilește fie prin formule de calcul, fie prin observări directe asupra timpului de muncă, separat pe cele două componente ale acestuia.

La stabilirea **timpului de întreruperi condiționate de tehnoldgie** trebuie să se aibă în vedere ca acest timp să constituie o pondere tot mai mică, de la o perioadă la alta, pentru realizarea creșterii productivității muncii. În stabilirea acestui timp pot surveni două situații:

— timpul de întreruperi condiționate de tehnologie survine în timp cît utilajul nu funcționează, t_{th1} (timpul de întreruperi cauzat de neechilibrarea locurilor de muncă în flux);

— timpul de întreruperi condiționate de tehnologie survine în timp cît utilajul funcționează, t_{th2} (timpul de întreruperi cauzat de regimul termic variabil al utilajului tehnologic).

Timpul de întreruperi condiționate de tehnologie survine în timpul unei faze tehnologice și în cazul operațiilor manuale.

În situațiile de mai înainte nu este necesară intervenția sau supravegherea executantului.

Timpul total de întreruperi condiționate de tehnologie t_{th}, pentru cazul deservirii unui singur utilaj, va fi

$$t_{th} = t_{th1} + t_{th2} \tag{2.9}$$

iar pentru cazul deservirii concomitente a mai multor utilaje va fi

$$t'_{th} = t'_{th1} + t'_{th2}, \tag{2.10}$$

de unde rezultă timpul mediu de întreruperi $\bar{t}'_{th}$, în minute, care revine pe o operație realizată în ansamblul de utilaje deservite. Acest timp se stabilește plecînd de la durata ciclului de lucru T_c al tuturor utilajelor deservite, de la numărul de operații efectuate pe întreg ansamblul de utilaje deservite N_0, astfel că

$$\bar{t}'_{th} = \frac{t'_{th}}{N_0}, \tag{2.11}$$

iar

$$T_c = \sum_{i=1}^{M_d} \left(\frac{T_{pi}}{n} + T_{opi} + T_{dli} + t_{oni} \right) + t'_{ih}. \qquad (2.12)$$

Scoţînd pe t'_{ih} din (2.12) şi înlocuindu-l în (2.11), rezultă

$$t'_{ih} = \frac{T_c - \sum_{i=1}^{M_d} \left(\frac{T_{pi}}{n} + T_{opi} + T_{dli} + t_{oni} \right)}{N_0} \qquad (2.13)$$

unde T_{pi}, T_{opi}, T_{dli}, t_{oni} reprezintă timpii de pregătire încheiere, operativ, de deservire a locului de muncă şi de odihnă şi necesităţi fiziologice pentru fiecare utilaj i deservit; n — numărul de produse din lot; M_d — numărul total de maşini deservite.

Din această relaţie se pot stabili alte relaţii pentru cazurile particulare, cum ar fi, pentru timpul de întreruperi condiţionate de tehnologie în situaţia în care utilajele nu funcţionează şi se deserveşte una sau mai multe maşini sau cînd se efectuează una sau mai multe operaţii. Aceste cazuri particulare se obţin dînd valori diferite pentru M_d şi N_0.

Un caz diferit apare la stabilirea timpului de întreruperi condiţionate de tehnologie care survine în timpul t_{ih2} cît utilajul funcţionează şi cînd de regulă nu pot fi elaborate normative. În cazul deservirii unui singur utilaj poate fi folosită relaţia (2.13), unde M_d este egal cu unitatea.

Cînd se poate calcula timpul de funcţionare util a utilajului pe unitatea de produs, t'_{ih2} se evidenţiază cu relaţia folosită în cazul polideservirii, adică

$$t'_{ih2} = \sum_{i=1}^{M_d} T_{fui} - \sum_{i=1}^{M_d} (t'_{sfi} + t'_{ai} + T'_{dli} + t'_{oni}), \qquad (2.14)$$

unde T_{fui} reprezintă timpii de funcţionare utilă a utilajelor în cadrul ciclului de lucru pentru utilajele deservite simultan pe ansamblu iar t'_{sfi}, t'_{ai}, T'_{dli}, t'_{oni} sînt timpii de supraveghere a funcţionării utilajelor, ajutător de deservire a locului de muncă, odihnă şi necesităţi fiziologice, pentru fiecare utilaj deservit.

Determinarea timpului de întreruperi condiţionate de organizarea muncii. În cazul organizării producţiei în flux, nu se poate asigura întotdeaua o echilibrare perfectă a tuturor locurilor de muncă, deşi sînt numeroase încercări teoretice şi practice în acest sens.

Ca urmare a existenţei acestui dezechilibru apar aşteptări ale unor executanţi şi utilaje, întreruperi în activitatea unor membri ai echipei.

Modificarea ritmului benzii, modificarea numărului de locuri de muncă în flux, o normare corespunzătoare a muncii, o preocupare pentru cuplarea şi echilibrarea operaţiilor, rapartizarea cu grijă a executanţilor la

locul de muncă, sînt căile principale prin care se pot reduce timpii de întreruperi condiţionate de tehnologie care apar atît la operaţiile manuale cît şi la cele mecanizate, efectuate în flux de echipă. Prin aceasta se contribuie la creşterea productivităţii muncii.

Timpul de întreruperi condiţionate de organizarea muncii t_{og}, pentru fiecare executant în echipă, rezultă din relaţia

$$T_c = \left(\frac{T_{pi}}{n} + T_{op} + T_{di} + t_{on} + t_{th} + t_{og} \right). \qquad (2.15)$$

2.5. Stabilirea normei de timp

Sumînd elementele componente ale normei de timp, determinate experimental, calculate conform celor prezentate mai sus, pentru fiecare unitate de produs, cu excepţia timpului de pregătire şi încheiere care se repartizează pe întreg lotul de produse se stabileşte norma de timp.

Norma de timp se poate exprima în procente din timpul de bază, din cel operativ, sau din timpul de funcţionare utilă a utilajului.

În cazul proceselor *manuale sau manual-mecanice*, norma de timp N_T se calculează plecînd de la elementele ei de bază:

$$N_T = \frac{T_{pi}}{n} + T_{op} + T_{di} + T_{tr} \qquad (2.16)$$

şi, prin folosirea elementelor componente, rezultă

$$N_T = \frac{T_{pi}}{n} + (t_o + t_a) + (t_{di} + t_{do}) + (t_{to} + t_{on}). \qquad (2.17)$$

Dacă se exprimă T_{di} şi T_{tr} în procente din timpul operativ, atunci relaţia (2.16) poate fi retranscrisă astfel:

$$N_T = \frac{T_{pi}}{n} + T_{op}\left(1 + \frac{k_{di} + k_{tr}}{100}\right), \qquad (2.18)$$

unde: $k_{di} = T_{di}$ în procente din T_{op} iar $k_{tr} = T_{tr}$, în procente din T_{op}.

În cazul proceselor *mecanice sau automatizate*, trebuie avute în vedere simultan atît timpul de funcţionare utilă a utilajului deservit cît şi timpul de muncă al executantului. Relaţia dintre cele două categorii de timp este reprezentată grafic în fig. 2.2.

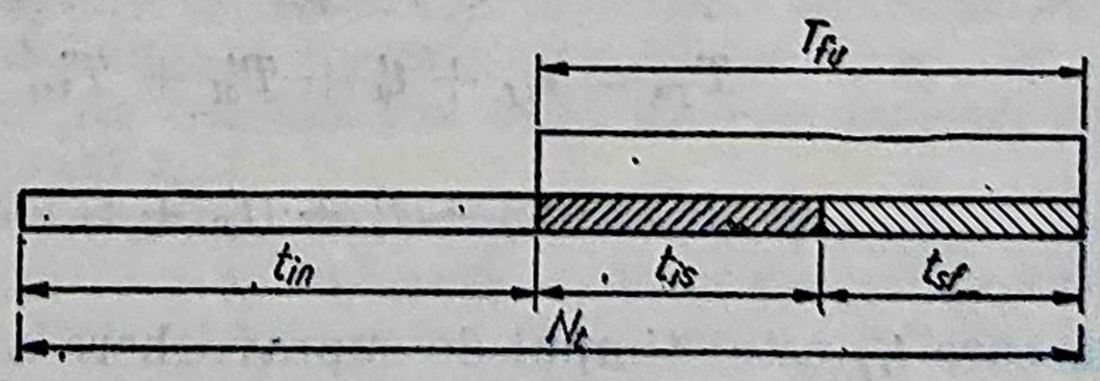


Fig. 2.2. Timpul de funcţionare a utilajului deservit în conexiune cu timpul de muncă al executantului.

Timpul de funcţionare utilă a utilajului se poate calcula pe bază de relaţii de calcul analitice şi în acest caz

$$N_t = \frac{T_{pt}}{n} + T_{fu} + t''_a + T''_{dl} + T''_{tr}, \qquad (2.19)$$

sau, utilizînd elementele componente,

$$N_t = \frac{T_{pt}}{n} + T_{fu} + t''_a + t''_{dt} + t''_{do} + t''_{to} + t''_{on}. \qquad (2.20)$$

Semnul ''(secund) ataşat expresiilor de mai înainte are semnificaţia că timpii respectivi nu se suprapun cu T_{fu}.

De obicei, t''_{dt}, t''_{do}, t''_{to} se exprimă în procente din timpul de funcţionare utilă a utilajului iar t''_{on} în procente din timpul productiv T_p, astfel că relaţia (2.20) devine:

$$N_t = \left(\frac{T_{pt}}{n} + T_{fu} + t''_a\right)\left(1 + \frac{k''_{on}}{100}\right) + T_{fu}\left(\frac{k''_{dt} + k''_{do} + k''_{to}}{100}\right) \qquad (2.21)$$

unde

$k''_{dt} = t''_{dt}$, în % din T_{fu}; $k''_{do} = t''_{do}$, în % din T_{fu};

$k''_{to} = t''_{to}$, în % din T_{fu}; $k''_{on} = t''_{on}$, în % din T_p,

iar $t''_{on} = \left(\frac{T_{pt}}{n} + T_{fu} + t''_a + T''_{dl}\right)\frac{k''_{on}}{100}$.

Sînt cazuri cînd timpul de funcţionare utilă a utilajului trebuie stabilit prin măsurători directe şi nu prin relaţii analitice, plecînd de la expresia (2.16), şi atunci se scrie:

$$T_{fu} = t_{sf} + t'_a + T'_{dl} + T'_{tr}, \text{ sau desfăşurat} \qquad (2.22)$$

$$T_{fu} = t_{sf} + t'_a + (t'_{dt} + t'_{do}) + (t'_{to} + t'_{on}), \qquad (2.23)$$

în care t_{sf} este timpul de supraveghere a funcţionării utilajului.

Notaţia '(prim) se referăra la timpii care sînt suprapuşi timpului de funcţionarea utilă a utilajului.

2.6. Stabilirea normei de timp în cazul deservirii mai multor maşini

La baza trecerii la deservirea simultană a mai multor maşini, stă posibilitatea executării operaţiilor manuale pentru o maşină în timpul cînd celelalte maşini funcţionează fără intervenţia muncitorului. În acest scop, maşinile trebuie înzestrate cu aparatură automate sau dispozitive de avans etc.

În fig. 2.3 se prezintă ciclul de lucru pentru un număr de 5 maşini.

Ciclul de lucru în cazul deservirii mai multor maşini reprezintă perioada de timp în decursul căreia se îndeplineşte cu regularitate una şi aceeaşi activitate, care se repetă la toate maşinile care sînt deservite.

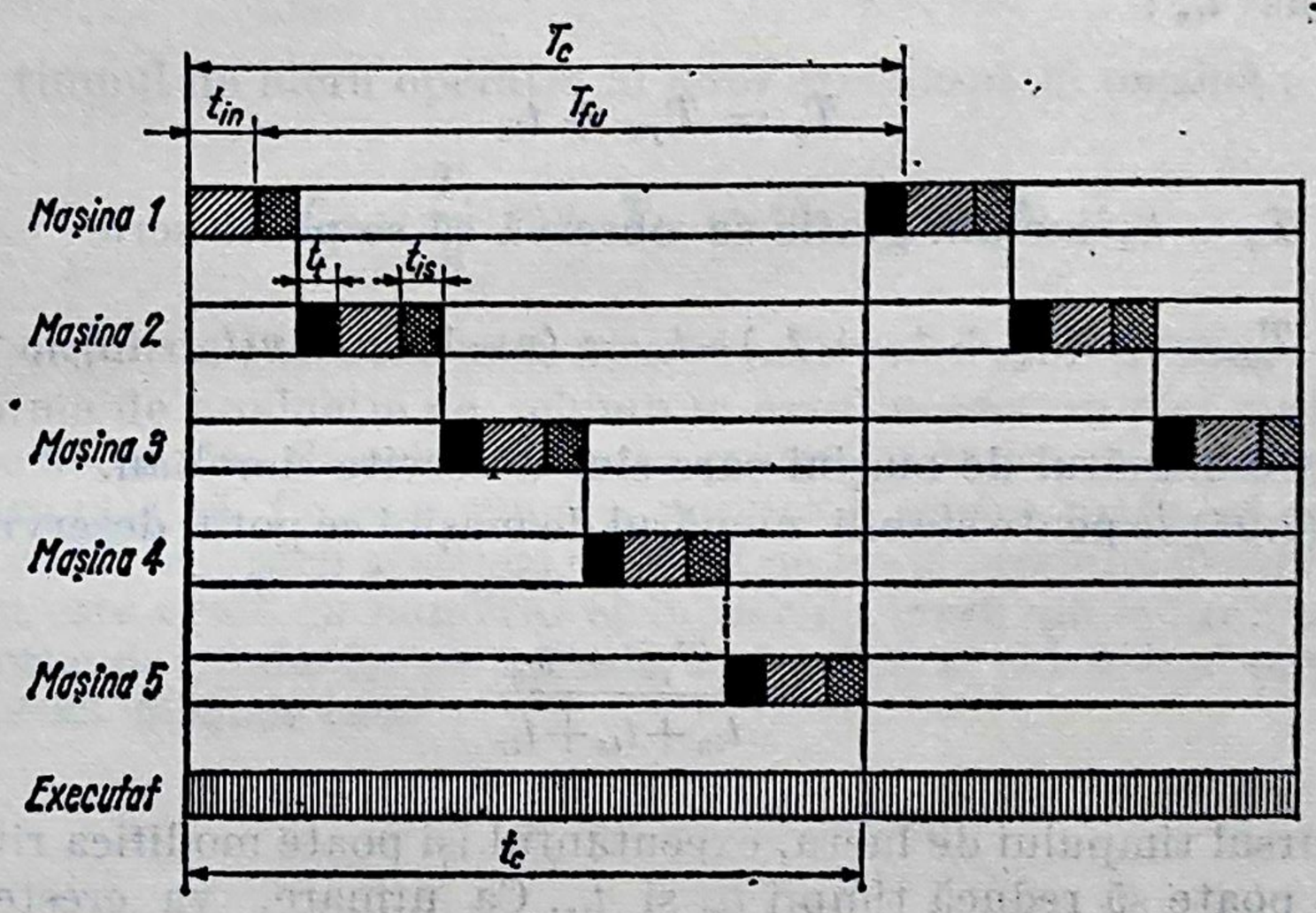


Fig. 2.3. Ciclograma prelucrării pe mai multe maşini deservite de un singur executant.

În acest caz T_{fu}, timpul de funcţionare utilă a maşinii, este tocmai timpul automat de funcţionare a maşinii şi stă la baza calculelor de normare.

Timpul ajutător se decompune în acest caz în timpul auxiliar nesuprapus în care executantul intervine şi maşina este oprită t'_{in} şi timpul auxiliar suprapus peste timpul de funcţionare utilă în care executantul intervine dar maşina funcţionează t_{is}.

Sînt cazuri cînd, din considerente de analiză detaliată, în scopul reducerii la minimum a timpului ajutător se utilizează următoarea descompunere a timpului ajutător care nu se suprapune cu timpul de funcţionare utilă:

$$t'_{in} = t_{af} + t_{ap} + t_{am}, \text{ unde:}$$

t_{af} este timpul ajutător legat de fază sau de trecere;
t_{ap} — timpul ajutător pentru prinderea, fixarea și scoaterea pieselor din mașină;
t_{am} — timpul ajutător pentru măsurarea pieselor; măsurători prealabile, măsurători în timpul așchierii și măsurători de control.

Timpul de funcționare utilă T_{fu}, se calculează de obicei iar timpii auxiliari în practica curentă, se aleg din normative.

Adeseori

$$t_{dt} + t_{do} + t_{on} = T_a, \tag{2.24}$$

se consideră ca o cheltuială de timp grupată.

Mărimea ciclului de lucru T_c este compusă (fig. 2.3) din timpul de funcționare utilă a mașinii T_{fu} (timp automat) și din timpul auxiliar nesuprapus t_{in}:

$$T_c = T_{fu} + t_{in} \tag{2.24}$$

și $T_{fu} = T_c - t_{in}$ iar din grafic se observă că se poate scrie

$$T_{fu} = n\ (t_{in} + t_{tr} + t_{is}) - t_{in} = (n-1)t_{in} + n(t_{is} + t_{tr}), \tag{2.25}$$

unde n este numărul de mașini care sînt deservite simultan.

Din (2.25) se poate stabili numărul de mașini ce pot fi deservite simultan,

$$n = \frac{T_{fu} + t_{in}}{t_{in} + t_{is} + t_{tr}}. \tag{2.26}$$

În cursul timpului de lucru, executantul își poate modifica ritmul său de lucru, poate să reducă timpii t_{in} și t_{is}. Ca urmare, va crește timpul de trecere de la o mașină la alta și de așteptare a executantului, conducînd la o ocupare efectiv mai redusă a executantului în comparație cu cea normată și la o mai bună folosire a mașinilor, obținîndu-se astfel o creștere a randamentului mijloacelor fixe și a productivității muncii. În situația inversă, a creșterii t_{in} și t_{is} din diferite motive, rezultatele sînt de sens contrar. Stabilirea normei de deservire optime are în vedere tocmai realizarea unui minim din neutilizare a executantului și a mașinilor.

Pentru stabilirea normei de timp se recomandă calcularea prealabilă a următorilor coeficienți [...]:

— Coeficientul K_o de ocupare a executantului la o mașină se determină cu relația

$$K_o = \frac{t_{in} + t_{is}}{T_{fu} + t_{in}}; \tag{2.27}$$

— Coeficientul K_{am} de aşteptare de către maşină spre a fi deservită este în funcţie de coeficientul K_o şi de numărul de maşini deservite n şi se ia din tabelul 2.2;

— Coeficientul K_{ae} de aşteptare (al executantului) este în funcţie de aceleaşi elemente şi se ia din tabelul 2.3.

Cunoscînd aceşti doi coeficienţi, se poate calcula:

— coeficientul (K_{um}) de utilizare a unei maşini: $K_{um} = \frac{1}{K_{am}}$; (2.28)

— coeficientul (K_{oe}) de ocupare a executantului la maşini $K_{oe} = \frac{1}{K_{ae}}$; (2.29)

— timpul de lucru operativ al unui executant la maşină:

$$T_{op} = \frac{T_c}{n} \text{ sau } T_{op} = (t_{in} + t_{is}) \cdot K_{ae}; \quad (2.30)$$

— ciclul de lucru al unei maşini: $T_c = (T_{fu} + t_{in}) K_{am}$

Norma de producţie pe schimb în cazul deservirii mai multor maşini se poate determina fie prin obţinerea cantităţii de piese care se prelucrează la fiecare maşină, fie ca o sumă a normelor pentru toate maşinile.

În cazul realizării aceleiaşi operaţii pe toate maşinile deservite, norma de lucru este egală cu numărul ciclurilor de lucru pe schimb sau pe oră.

Norma de producţie pe schimb, în bucăţi, în cazul cînd lucrătorul nu îşi reglează maşina este

$$N' = n \frac{T - T_d}{T_c}, \text{ [buc]} \quad (2.31)$$

T este durata unui schimb de lucru, în minute;
T_b — cheltuiala suplimentară de timp (relaţia 2.24).

În cazul că executantul va rezolva şi reglarea maşinii-unelte deservite, norma de producţie în bucăţi pe schimb se calculează cu relaţia

$$N'' = n \frac{T - \left(T_d + \frac{T_{pi}}{N}\right)}{T_c} \text{ [buc], unde} \quad (2.32)$$

N este mărimea lotului iar T_{pi} — timpul de pregătire-încheiere.

Aplicaţie. Pentru 9 maşini automate (care execută operaţii identice) s-au realizat următoarele:

$t_{in} = 5{,}74$ min; $T''_{di} = 6\%$ din T_{op};
$t_{is} = 0{,}88$ min; $t''_{on} = 5\%$ din T_{op};
$T_{fu} = 67{,}67$ min; $T_{pi} = 15$min; $N = 150$ piese

Tabelul 2.2. **Calculul coeficientului de aşteptare al maşinii K_{am}**

Nr. de maşini n	Coeficientul de ocupare K_0													
	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,06
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003	1,003	1,004
3	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,003	1,004	1,005	1,006	1,008
4	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,007	1,008	1,010	1,012
5	1,000	1,001	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,007	1,009	1,012	1,014	1,017
6	1,001	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003	1,005	1,007	1,009	1,012	1,015	1,019	1,023
7	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003	1,004	1,006	1,009	1,012	1,015	1,019	1,024	1,029
8	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,003	1,005	1,008	1,011	1,014	1,019	1,024	1,030	1,036
9	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003	1,004	1,006	1,009	1,013	1,017	1,023	1,029	1,036	1,045
10	1,001	1,001	1,002	1,003	1,003	1,004	1,007	1,010	1,015	,1020	1,027	1,034	1,044	1,054
11	1,001	1,002	1,002	1,003	1,004	1,005	1,008	1,012	1,017	1,024	1,031	1,041	1,052	1,065
12	1,001	1,002	1,002	1,003	1,004	1,005	1,009	1,014	1,020	1,027	1,037	1,048	1,062	1,077
13	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,010	1,016	1,023	1,031	1,043	1,056	1,072	1,092
14	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,007	1,011	1,017	1,026	1,036	1,049	1,065	1,085	1,108
15	1,002	1,002	1,003	1,004	1,006	1,007	1,013	1,020	1,029	1,041	1,056	1,076	1,099	1,128
16	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,008	1,014	1,022	1,033	1,047	1,065	1,088	1,116	1,150
17	1,002	1,003	1,004	1,005	1,007	1,009	1,015	1,024	1,037	1,053	1,074	1,101	1,135	1,175
18	1,002	1,003	1,004	1,006	1,008	1,010	1,017	1,027	1,041	1,060	1,085	1,107	1,156	1,204
19	1,002	1,003	1,005	1,006	1,008	1,011	1,019	1,030	1,046	1,068	1,097	1,134	1,181	1,237
20	1,002	1,003	1,005	1,007	1,009	1,012	1,020	1,033	1,052	1,077	1,111	1,154	1,209	1,274
22	1,003	1,004	1,006	1,008	1,010	1,013	1,024	1,039	1,064	1,098	1,144	1,203	1,275	1,359
24	1,003	1,004	1,006	1,009	1,012	1,016	1,029	1,049	1,080	1,125	1,185	1,263	1,355	1,458
26	1,003	1,005	1,007	1,010	1,014	1,018	1,034	1,060	1,100	1,158	1,237	1,334	1,446	1,567
28	1,004	1,006	1,008	1,011	1,016	1,021	1,040	1,073	1,125	1,200	1,299	1,417	1,547	1,683
30	1,004	1,006	1,009	1,013	1,018	1,024	1,048	1,089	1,155	1,250	1,371	1,507	1,652	1,801
32	1,004	1,007	1,010	1,015	1,020	1,028	1,057	1,109	1,192	1,309	1,450	1,603		
34	1,005	1,008	1,011	1,016	1,023	1,032	1,068	1,133	1,237	1,375	1,534	1,701		
36	1,005	1,008	1,013	1,018	1,026	1,037	1,080	1,162	1,288	1,447	1,622	1,800		
38	1,006	1,009	1,014	1,021	1,030	1,042	1,096	1,194	1,345	1,522	1,711	1,900		
40	1,006	1,010	1,015	1,023	1,034	1,049	1,115	1,236	1,408	1,601	1,800	2,000		
45	1,008	1,012	1,020	1,031	1,047	1,071	1,178	1,359	1,576	1,800	2,025	2,250		
50	1,009	1,016	1,027	1,042	1,066	1,104	1,268	1,501	1,750	2,000	2,250	2,500		
55	1,011	1,019	1,034	1,057	1,095	1,153	1,379	1,650	1,925	2,200	2,475	2,750		
60	1,013	1,024	1,047	1,079	1,137	1,221	1,501	1,800	2,100	2,400	2,700	3,000		
65	1,016	1,031	1,057	1,111	1,195	1,306	1,625	1,950						
70	1,019	1,040	1,078	1,156	1,268	1,401	1,750	2,100						
75	1,024	1,051	1,110	1,215	1,352	1,500	1,875	2,250						
80	1,029	1,068	1,151	1,285	1,440	1,600	2,000	2,400						
85	1,036	1,090	1,203	1,361	1,530	1,700	2,125	2,550						
90	1,046	1,121	1,264	1,440	1,620	1,800	2,250	2,700						
95	1,058	1,160	1,331	1,520	1,710	1,900	2,375	2,850						
100	1,075	1,208	1,400	1,600	1,800	2,000	2,500	3,000						
110	1,125	1,320	1,540	1,760	1,980	2,200	2,750	3,300						
120	1,206	1,440	1,680	1,920	2,160	2,400	3,000	3,600						
130	1,300	1,560	1,820	2,080	2,340	2,600	3,250	3,900						

Tabelul 2.2. **Calculul coeficientului de așteptare al mașinii K_{am}**

Nr. de mașini n	Coeficientul de ocupare K_0														
	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100	0,110	0,120	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,004	1,005	1,006	1,006	1,007	1,008	1,009	1,010	1,012	1,014	1,017	1,020	1,023	1,026	1,029
3	1,009	1,010	1,012	1,014	1,016	1,018	1,020	1,022	1,027	1,032	1,038	1,044	1,051	1,058	1,066
4	1,014	1,017	1,019	1,022	1,025	1,029	1,032	1,036	1,044	1,053	1,063	1,074	1,086	1,099	1,113
5	1,020	1,024	1,028	1,032	1,037	1,041	1,048	1,052	1,065	1,079	1,094	1,112	1,130	1,151	1,173
6	1,027	1,032	1,037	1,043	1,050	1,057	1,064	1,072	1,090	1,111	1,133	1,158	1,186	1,216	1,248
7	1,035	1,042	1,049	1,057	1,066	1,075	1,085	1,096	1,121	1,149	1,181	1,216	1,255	1,297	1,342
8	1,044	1,052	1,062	1,072	1,084	1,097	1,110	1,125	1,159	1,197	1,240	1,287	1,339	1,395	1,454
9	1,054	1,065	1,077	1,091	1,016	1,123	1,141	1,160	1,204	1,254	1,310	1,372	1,438	1,509	1,584
10	1,066	1,080	1,095	1,113	1,132	1,153	1,177	1,202	1,258	1,322	1,393	1,470	1,552	1,638	1,728
11	1,080	1,097	1,117	1,139	1,163	1,190	1,219	1,251	1,322	1,401	1,488	1,581	1,679	1,780	1,884
12	1,096	1,117	1,142	1,169	1,199	1,233	1,269	1,309	1,395	1,491	1,594	1,702	1,814	1,929	2,046
13	1,115	1,141	1,171	1,204	2,242	1,283	1,327	1,375	1,478	1,590	1,709	1,831	1,957	2,084	2,212
14	1,136	1,174	1,205	1,246	1,291	1,340	1,393	1,449	1,569	1,697	1,829	1,965	2,103	2,242	2,381
15	1,161	1,200	1,244	1,293	1,346	1,404	1,466	1,530	1,666	1,809	1,954	2,102	2,251	2,401	2,550
16	1,190	1,236	1,288	1,346	1,409	1,475	1,545	1,618	1,769	1,924					
17	1,223	1,277	1,338	1,405	1,477	1,552	1,630	1,710	1,874	2,042					
18	1,260	1,324	1,394	1,470	1,550	1,633	1,718	1,805	1,982	2,161					
19	1,302	1,375	1,454	1,538	1,627	1,717	1,809	1,903	2,091	2,280					
20	1,348	1,430	1,519	1,611	1,706	1,804	1,902	2,001	2,200	2,400					
22	1,452	1,552	1,657	1,763	1,872	1,981	2,090	2,200							
24	1,569	1,684	1,802	1,921	2,040	2,160	2,280	2,400							
26	1,693	1,821	1,950	2,080	2,210	2,340	2,470	2,600							
28	1,821	1,960	2,100	2,240	2,380	2,520	2,660	2,800							
30	1,950	2,100	2,250	2,400	2,550	2,700	2,850	3,000							

Nr. de mașini n	Coeficientul de ocupare K_0														
	0,18	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,032	1,036	1,040	1,048	1,058	1,068	1,078	1,090	1,102	1,116	1,130	1,144	1,160	1,176	1,194
3	1,074	1,083	1,093	1,113	1,135	1,160	1,186	1,215	1,245	1,278	1,312	1,348	1,386	1,426	1,467
3	1,128	1,144	1,161	1,197	1,240	1,282	1,330	1,381	1,436	1,493	1,553	1,616	1,681	1,747	1,816
5	1,196	1,222	1,249	1,307	1,371	1,440	1,514	1,592	1,674	1,759	1,847	1,937	2,029	2,122	2,217
6	1,283	1,320	1,359	1,443	1,535	1,632	1,734	1,840	1,950	2,062	2,176	2,292	2,409	2,526	2,644
7	1,390	1,441	1,494	1,607	1,727	1,853	1,982	2,115	2,250	2,387	2,525	2,663	2,802	2,941	3,081
8	1,517	1,582	1,650	1,792	1,941	1,093	2,248	2,405	2,563	2,722	2,881	3,041	3,200	3,360	
9	1,661	1,742	1,224	1,994	2,168	2,345	2,523								
10	1,820	1,915	2,011	2,206	2,403	2,601	2,801								
11	1,989	2,096	2,204	2,422	2,641	2,860	3,080								
12	2,164	2,282	2,402	2,641	2,880	3,120	3,360								
13	2,341	2,471	2,601	2,860	3,120	3,380	3,640								
14	2,521	2,660	2,800	3,080	3,360	3,640	3,920								
15	2,700	2,850	3,000	3,300	3,600	3,900	4,200								

Nr. de mașini n	Coeficientul de ocupare K_0											
	0,46	0,48	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,212	1,230	1,250	1,303	1,360	1,423	1,490	1,563	1,640	1,723	1,819	1,903	2,000
3	1,510	1,554	1,600	1,720	1,847	1,980	2,118	2,260	2,405	2,552	2,700	2,850	3,000
4	1,886	1,958	2,031	2,218	2,410	2,605	2,803	3,001	3,200	3,400	3,600	3,800	4,000
5	2,313	2,410	2,508	2,754	3,002	3,521	3,500	3,750	4,000	4,250	4,500	4,750	5,000
6	2,763	2,882	3,002	3,301									
7	3,221	3,360	3,500	3,850									

Tabelul 2.3. **Calculul coeficientului de așteptare al executantului K_{ae}**

Nr. de mașini n	Coeficientul de ocupare K_0													
	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,55	0,60
1								3,3333	28,571	25,000	22,222	20,000	18,182	16,667
2								16,682	14,303	12,520	11,134	10,025	9,118	8,363
3								11,132	9,548	8,361	7,439	6,702	6,099	5,598
4								8,357	1,171	6,282	5,592	5,041	4,591	4,217
5								6,693	5,745	5,036	4,485	4,046	3,688	3,390
6	16,675	13,899	11,917	10,431	9,275	8,351	6,690	5,584	4,795	4,206	3,748	3,384	3,087	2,841
7	14,295	11,916	10,217	8,943	7,953	7,162	5,739	4,792	4,117	3,613	3,223	2,912	2,659	2,450
8	12,509	10,428	8,942	7,828	6,962	6,270	5,025	4,198	3,609	3,170	2,830	2,559	2,340	2,159
9	11,121	9,271	7,950	6,960	6,191	5,576	4,471	3,737	3,215	2,825	2,525	2,286	2,093	1,935
10	10,010	8,345	7,157	6,266	5,574	5,021	4,028	3,368	2,899	2,551	2,282	2,069	1,897	1,757
11	9,101	7,588	6,508	5,699	5,070	4,567	3,665	3,067	2,642	2,326	2,084	1,892	1,739	1,614
12	8,343	6,957	5,967	5,226	4,650	4,189	3,363	2,816	2,428	2,140	1,920	1,747	1,608	1,496
13	7,703	6,423	5,510	4,825	4,294	3,870	3,108	2,604	2,247	1,984	1,782	1,625	1,500	1,400
14	7,153	5,965	5,118	4,483	3,989	3,595	2,889	2,423	2,093	1,850	1,665	1,522	1,409	1,320
15	6,677	5,569	4,778	4,185	3,725	3,358	2,700	2,266	1,960	1,735	1,565	1,434	1,333	1,253
16	6,261	5,222	4,480	3,925	3,494	3,151	2,535	2,129	1,844	1,636	1,479	1,369	1,268	11,98
17	5,893	4,916	4,218	3,696	3,291	2,967	2,389	2,007	1,742	1,549	1,404	1,296	1,214	1,152
18	5,567	4,644	3,985	3,492	3,110	2,805	2,260	1,902	1,653	1,472	1,339	1,241	1,168	1,115
19	5,275	4,400	3,777	3,310	2,948	2,659	2,144	1,807	1,573	1,405	1,283	1,194	1,130	1,085
20	5,012	4,181	3,589	3,146	2,802	2,529	2,041	1,722	1,502	1,346	1,234	1,154	1,099	1,061
22	4,557	3,803	3,265	2,863	2,551	2,303	1,862	1,575	1,382	1,248	1,155	1,093	1,054	1,029
24	4,179	3,488	2,995	2,627	2,342	1,116	1,715	1,457	1,286	1,172	1,098	1,052	1,026	1,012
26	3,859	3,221	2,767	2,428	2,166	1,958	1,591	1,359	1,209	1,114	1,057	1,027	1,011	1,005
28	3,584	2,993	2,572	2,258	2,015	1,823	1,486	1,278	1,148	1,071	1,031	1,012	1,004	1,001
30	3,347	2,795	2,403	2,110	1,885	1,707	1,397	1,210	1,100	1,042	1,015	1,005	1,001	1,000
32	3,139	2,622	2,255	1,982	1,771	1,606	1,321	1,155	1,065	1,023	1,007	1,002		
34	2,955	2,469	2,125	1,868	1,672	1,517	1,256	1,110	1,039	1,011	1,003	1,001		
36	2,792	2,334	2,009	1,768	1,584	1,440	1,200	1,076	1,022	1,005	1,001	1,000		
38	2,647	2,213	1,906	1,679	1,505	1,371	1,154	1,048	1,011	1,002	1,000			
40	2,515	2,104	1,813	1,599	1,436	1,311	1,115	1,030	1,005	1,001				
45	2,239	1,875	1,619	1,432	1,293	1,190	1,047	1,007	1,001	1,000				
50	2,018	1,693	1,467	1,302	1,185	1,104	1,014	1,001	1,000					
55	1,838	1,545	1,342	1,201	1,106	1,048	1,003	1,000						
60	1,689	1,423	1,246	1,124	1,053	1,017	1,000							
65	1,563	1,322	1,162	1,068	1,021	1,005								
70	1,456	1,238	1,100	1,032	1,007	1,001								
75	1,365	1,168	1,058	1,012	1,002	1,000								
80	1,286	1,112	1,028	1,004	1,000									
85	1,219	1,069	1,011	1,001										
90	1,162	1,038	1,004	1,000										
95	1,114	1,018	1,001											
100	1,075	1,007	1,000											
110	1,023	1,000												
120	1,005													
130	1,000													

Tabelul 2.3. **Calculul coeficientului de aşteptare al executantului K_{ac}**

Nr. de maşini n	Coeficientul de ocupare K_0														
	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,95	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
1	15,385	1,4286	13,333	12,500	11,765	11,111	10,526	10,000	9,091	8,333	7,692	7,143	6,667	6,250	5,882
2	7,725	7,178	6,704	6,290	5,925	5,601	5,311	5,050	4,600	4,227	3,911	3,641	3,408	3,205	3,026
3	5,174	4,812	4,498	4,224	3,983	3,769	3,578	3,406	3,111	2,866	2,660	2,485	2,335	2,204	2,090
4	3,901	3,631	3,398	3,194	3,015	2,857	2,716	2,589	2,372	2,194	2,044	1,918	1,810	1,717	1,636
5	3,139	2,925	2,741	2,580	2,439	2,314	2,204	2,105	1,936	1,798	1,684	1,588	1,507	1,438	1,380
6	2,634	2,457	2,306	2,174	2,059	1,957	1,867	1,787	1,652	1,542	1,453	1,379	1,318	1,267	1,224
7	2,275	2,126	1,998	1,887	1,791	1,706	1,632	1,566	1,456	1,368	1,298	1,241	1,195	1,158	1,128
8	2,008	1,879	1,770	1,676	1,594	1,523	1,461	1,407	1,317	1,247	1,192	1,149	1,116	1,089	1,069
9	1,802	1,691	1,596	1,515	1,446	1,386	1,334	1,289	1,216	1,161	1,120	1,089	1,065	1,048	1,035
10	1,640	1,543	1,461	1,391	1,332	1,282	1,239	1,202	1,144	1,102	1,072	1,050	1,035	1,024	1,017
11	1,510	1,425	1,354	1,294	1,244	1,202	1,167	1,137	1,093	1,062	1,041	1,027	1,017	1,011	1,007
12	1,405	1,330	1,260	1,218	1,176	1,142	1,113	1,091	1,057	1,035	1,022	1,013	1,008	1,005	1,003
13	1,319	1,254	1,201	1,158	1,124	1,096	1,075	1,058	1,034	1,019	1,011	1,006	1,003	1,002	1,001
14	1,249	1,198	1,147	1,112	1,085	1,064	1,047	1,035	1,019	1,010	1,005	1,003	1,001	1,001	1,000
15	1,191	1,143	1,106	1,077	1,056	1,040	1,029	1,020	1,010	1,005	1,002	1,001	1,001	1,100	
16	1,144	1,104	1,074	1,052	1,036	1,024	1,017	1,011	1,005	1,002					
17	1,107	1,073	1,050	1,033	1,022	1,014	1,009	1,006	1,002	1,001					
18	1,077	1,050	1,032	1,021	1,013	1,008	1,005	1,003	1,001	1,000					
19	1,054	1,034	1,020	1,012	1,008	1,004	1,002	1,001	1,000						
20	1,037	1,022	1,012	1,007	1,004	1,002	1,001	1,001							
22	1,016	1,008	1,004	1,002	1,001	1,000	1,000	1,000							
24	1,006	1,003	1,001	1,000	1,000										
26	1,002	1,001	1,000												
28	1,000	1,000													

Nr. de maşini n	Coeficientul de ocupare K_0													
	0,18	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42
1	5,556	5,263	5,000	4,545	4,167	3,846	3,571	3,333	3,125	2,941	2,778	2,632	2,500	2,381
2	2,868	2,727	2,600	2,383	2,203	2,053	1,926	1,817	1,723	1,641	1,569	1,506	1,450	1,400
3	1,989	1,900	1,821	1,686	1,576	1,487	1,412	1,350	1,297	1,253	1,215	1,183	1,155	1,132
4	1,566	1,505	1,451	1,361	1,289	1,233	1,188	1,151	1,122	1,098	1,079	1,063	1,050	1,040
5	1,329	1,286	1,249	1,188	1,142	1,108	1,081	1,061	1,046	1,035	1,026	1,019	1,014	1,011
6	1,188	1,158	1,133	1,093	1,066	1,046	1,032	1,022	1,016	1,011	1,007	1,005	1,004	1,002
7	1,103	1,083	1,067	1,043	1,028	1,018	1,011	1,007	1,005	1,003	1,002	1,001	1,001	1,000
8	,1053	1,041	1,031	1,018	1,011	1,006	1,004	1,002	1,001	1,001	1,000	1,000	1,000	
9	1,026	1,019	1,014	1,007	1,004	1,002	1,001							
10	1,011	1,008	1,005	1,003	1,001	1,001	1,000							
11	1,005	1,003	1,002	1,001	1,000	1,000								
12	1,002	1,001	1,001	1,000										
13	1,001	1,000	1,000											
14	1,000													

Nr. de maşini n	Coeficientul de ocupare K_0													
	0,44	0,46	0,48	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
1	2,273	2,174	2,083	2,000	1,818	1,667	1,539	1,429	1,333	1,250	1,177	1,111	1,053	1,000
2	1,356	1,317	1,282	1,250	1,184	1,133	1,094	1,064	1,042	1,025	1,013	1,006	1,001	
3	1,111	1,094	1,079	1,067	1,042	1,026	1,015	1,009	1,004	1,002	1,001	1,000	1,000	
4	1,032	1,025	1,020	1,016	1,008	1,004	1,002	1,001	1,000	1,000	1,000			
5	1,008	1,006	1,004	1,003	1,001	1,001	1,000	1,000						
6	1,002	1,001	1,001	1,001	1,000									
7	1,000	1,000	1,000	1,000										

a. Utilizînd datele de mai înainte rezultă coeficientul de ocupare a executantului la o mașină :

$$K_o = \frac{t_{in} + t_{is}}{T_{fu} + t_{in}} = \frac{5,74 + 0,88}{67,67 + 5,74} = \frac{6,62}{73,41} = 0,092.$$

Pentru $n = 9$ și $K_o = 0,092$, extrăgînd din tabelul 2.2 valorile pentru $K_o = 0,090$, la care corespunde $K_{am} = 1,123$, și $K_o = 0,095$, la care $K_{am} = 1,141$, prin interpolare se poate determina :

$K_o = 0,093$ cu $K_{am} = 1,1338$

Procedeînd în mod similar, din tabelul 2.3 se determină:

— coeficientul de așteptare al executantului :

$K_o = 0,090 \ldots K_{ae} = 1,386,$

$K_o = 0,095 \ldots K_{ae} = 1,334$ și, prin interpolare,

$K_o = 0,092 \ldots K_{ae} = 1,355$;

— coeficientul de utilizare a mașinii :

$$K_{um} = \frac{1}{K_{am}} = \frac{1}{1,1338} = 88,198\,\%.$$

b. Coeficientul de ocupare a executantului la numărul de mașini deservite va fi :

$$K_{oe} = \frac{1}{K_{ae}} = \frac{1}{1,355} = 73,8\,\%.$$

c. Ciclul de lucru al unei mașini este $T_c = (T_{fu} + t_{in})K_{am} = (67,67 + 5,74)1,1338 = 73,41 \cdot 1,1338 = 83,232$

d. Timpul operativ al unui executant la mașină este

$$T_{op} = \frac{T_c}{n} = \frac{83,232}{9} = 9,248 \text{ minute.}$$

e. Norma de producție în bucăți pe schimb este

$$N'' = n \frac{T - \left(T_d + \frac{T_{pi}}{N}\right)}{T_c} = 9 \cdot \frac{480 - \left(11\frac{9,248}{100} + \frac{15}{150}\right)}{83,232} = 9 \cdot \frac{480 - 1,023 + 0,1}{83,67} =$$

$$= 9 \cdot \frac{478,877}{83,67} = \frac{4309,893}{83,67} = 51,7023 \text{ buc/schimb}$$

deoarece

$$T_d = T_{dl} + t''_{on} = 6 \cdot \frac{9,248}{100} + 5\,\frac{9,248}{100} = 11\,\frac{9,248}{100} = 1,017.$$

f. Norma de timp rezultă $N_t = \frac{T_{pi}}{N} + T_{op} + T_{dl} + t''_{on} = \frac{15}{150} + 9,248 + 6\,\frac{9,248}{100} + 5\,\frac{9,848}{100} = 0,1 + 9,248 + 0,555 + 0,462 = 10,57$ minute/bucată.

2.7. Aplicarea teoriei firelor de așteptare la stabilirea normelor de muncă pentru deservirea mai multor mașini sau activitățile cu specific de muncă nerepetitivă

În industria constructoare de mașini teoria firelor de așteptare se aplică în mod special pentru :

— stabilirea normelor de deservire optimă a mașinilor ;

— stabilirea numărului de ghișee pentru servirea muncitorilor cu scule, dispozitive, verificatoare ;

— stabilirea numărului de muncitori necesari pentru repararea și întreținerea mașinilor din cadrul unui atelier.

Prin aplicarea acestei teorii se urmărește fundamentarea unor zone optime de deservire pentru executanți, a numărului de executanți în funcție de încărcarea acestora și satisfacerea cît mai promptă a servirilor. Se rezolvă concomitent două necesități : timpul mediu de așteptare a unităților din sistem, în vederea efectuării unor sarcini solicitate aleatoriu, să fie minim și o ocupare cît mai completă a stațiilor, executanților.

Pentru definirea unui fenomen de așteptare se notează :

λ — numărul mediu de unități venite în sistem pe unitatea de timp ;

μ — numărul mediu de serviri pe unitatea de timp ;

$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$ — intensitatea traficului sau factorul de serviciu (2.33) ;

S — numărul de stații ;

n — numărul de unități din sistem ;

m — numărul unităților din sursă ;

ν — numărul de unități în fire ;

j — numărul de unități în curs de servire ($0 \leqslant j \leqslant S$) ;

ρ — numărul de stații neocupate.

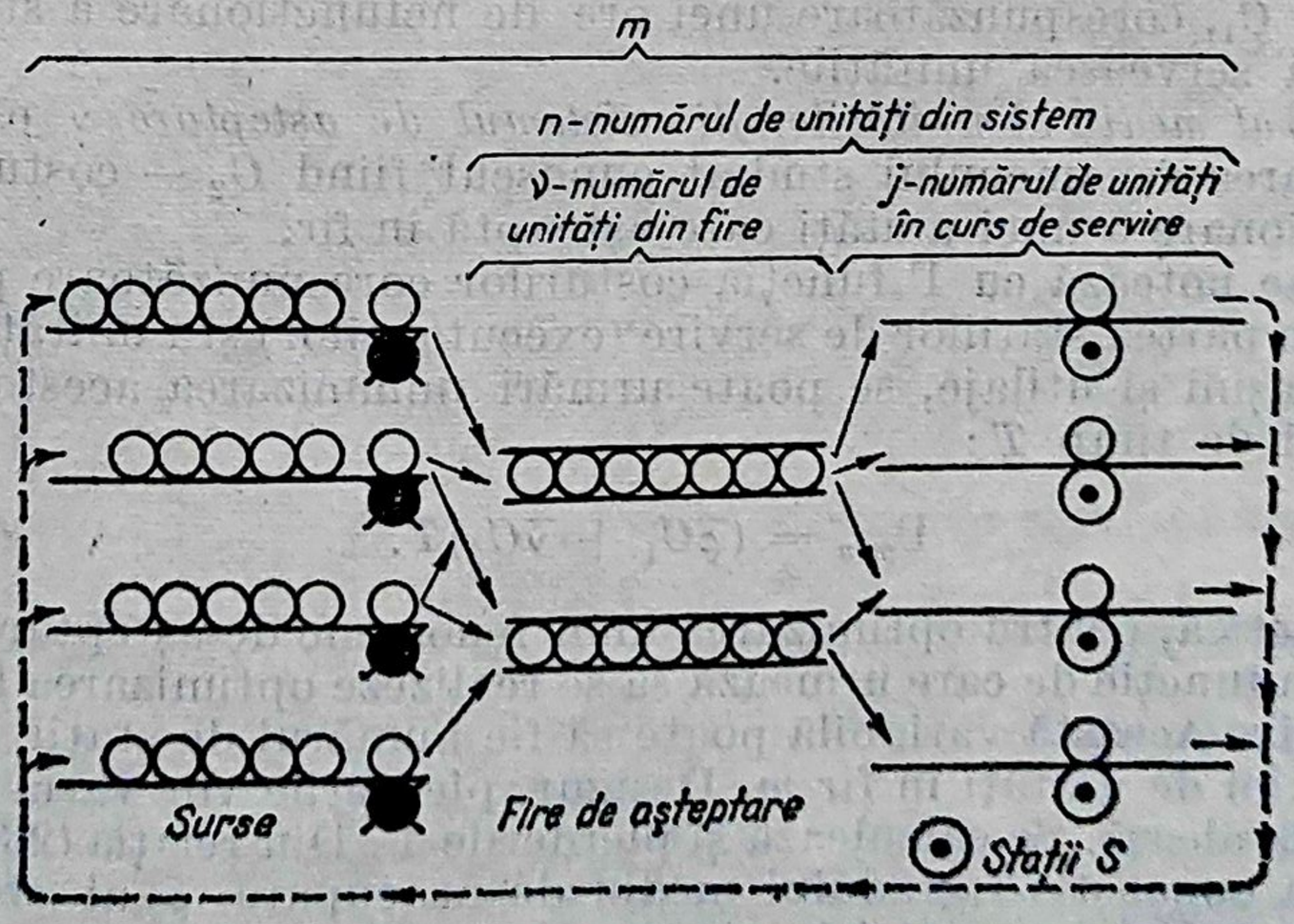


Fig. 2.4. Structura unui fenomen de așteptare.

Pentru cazurile prezentate mai înainte se disting două tipuri de fenomene de aşteptare în cadrul sistemului închis cu m unităţi :

— sisteme cu o singură staţie de servire;
— sisteme cu mai multe staţii de servire.

Sosirile în sistem reprezintă solicitări făcute de unităţi pentru satisfacerea unor anumite servicii şi se exprimă prin numărul mediu de veniri în unitatea de timp (λ). Sosirile pot fi separate prin intervale de timp neegale dar determinate sau cunoscute ca probabilitate.

Sosirile se pot stabili cu relaţia

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} n_i \cdot g(n_i)}{\sum_{i=1}^{i=N} g(n_i)}, \qquad (2.34)$$

în care $g(n_i)$ este frecvenţa sosirilor dintr-o categorie, n_i fiind o categorie oarecare de sosiri $(i = 1 \ldots N)$; $\sum_{i=1}^{i=N} g(n_i) = N$.

Servirile reprezintă acţiuni prin care una sau mai multe staţii rezolvă cerinţele sosirilor. Durata sau timpul servirilor pot fi de asemenea constante sau aleatorii. Pentru uşurinţa calculelor, deşi aceşti timpi sînt relativ variabili, cel mai adesea se consideră constanţi.

Intensitatea traficului. Pentru a avea un fir de aşteptare este suficient ca intrările şi servirile să se producă la intervale neregulate deci, chiar în cazul lui $\psi<1$, datorită frecvenţei aleatoare de intrare, vor fi aşteptări. În cazul $\psi>1$ firul creşte continuu.

Se acceptă ca disciplină a servirii că primul sosit este primul. servit

Gradul mediu de neocupare a staţiei $\bar{\rho}$ are mare importanţă în calculele de optimizare deoarece în timpul de neocupare al staţiei se produc cheltuielile C_1, corespunzătoare unei ore de nefuncţionare a staţiei, care aşteaptă să servească unităţile.

Numărul mediu al unităţilor din sistemul de aşteptare $\bar{v}$ este folosit la optimizarea fenomenului studiat cunoscut fiind C_2 — costul unei ore de nefuncţionare a unei unităţi care aşteaptă în fir.

Dacă se notează cu Γ funcţia costurilor corespunzătoare pierderilor de timp din partea staţiilor de servire (executanţilor) şi a unităţilor solicitante — maşini şi utilaje, se poate urmări minimizarea acestora pentru un interval de timp T:

$$\Gamma_{min} = (\bar{\rho}C_1 + \bar{v}C_2)T. \qquad (2.35)$$

În practică, pentru optimizarea unor fenomene de aşteptare, se alege variabila în funcţie de care urmează să se realizeze optimizarea fenomenului respectiv. Această variabilă poate să fie numărul de staţii S sau numărul maxim de unităţi în fir m. Desigur, pierderile vor varia în funcţie de variabila aleasă. Se calculează şi pierderile Γ. Din relaţia (2.35) rezultă necesitatea cunoaşterii gradului mediu de neocupare $\bar{\rho}$ al staţiei şi a numărului mediu de unităţi în sistem $\bar{v}$.

Expresiile cele mai uzuale pentru stabilirea acestor mărimi sînt * :
— cazul unei singure staţii de servire :

$$\bar{\rho} = P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{m} \frac{m!}{(m-n)!} \psi^n}; \quad (2.36)$$

$$\bar{\nu} = m - \frac{1+\psi}{\psi}(1 - P_{(0)}). \quad (2.37)$$

— cazul mai multor staţii de servire cu un număr m de unităţi în sistem cunoscut

$$\bar{\rho} = \sum_{n=0}^{s} (S-n) \cdot P_{(n)}; \quad (2.38)$$

$$P_{(n)} = K_n \cdot P_{(0)}; \quad (2.39)$$

$$K_n = \frac{P_{(n)}}{P_{(0)}}; \quad (2.40)$$

$$P_{(0)} = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{m} K_{(n)}}, \quad (2.41)$$

unde

$$K_n = \frac{m-n+1}{n} \psi \cdot K_{n-1} \quad (2.42)$$

este un coeficient utilizat pentru a facilita calculul probabilităţilor.

$K_0 = 1$ întrucît atunci cînd $n = 0$, $P_{(n)}$ devine egal cu $P_{(0)}$; deci relaţia $K_n = P_{(n)}/P_{(0)}$, cînd $n = 0$, devine $K_0 = P_{(0)}/P_{(0)} = 1$.

Se scrie că $\bar{\nu} = \sum_{n=s+1}^{m} (n-S) \cdot P_{(n)}$ (2.43)

Pierderile totale Γ se pot calcula pentru valorile succesive ale variabilelor m sau S, pînă se va obţine Γ_{min}. Funcţiile $\Gamma = f(S)$ sau $\Gamma = f(m)$ nu admit decît un singur punct de minimum care corespunde valorii optime a lui S sau m.

Pentru optimizarea unui fenomen de aşteptare este necesar să se parcurgă următoarele etape :

— alegerea procesului de muncă ce urmează a fi studiat ;
— realizarea observărilor asupra sosirilor şi venirilor ;
— aplicarea testului χ^2 pentru a verifica dacă fenomenul este de tip Poisson ;
— încadrarea procesului de muncă studiat în tipul de fenomene : cu o singură staţie sau cu mai multe staţii :
— alegerea variabilei faţă de care urmează să se optimizeze procesul de muncă ;
— optimizarea propriu-zisă a procesului de muncă prin minimizarea funcţiei Γ în raport cu variabila aleasă ;
— calculul indicatorilor suplimentari ai variantei optime.

* Kaufman A. Metode şi modele ale cercetării operaţionale. Editura tehnică, Bucureşti 1963, p. 131.

Aplicaţie. Pentru ilustrarea metodologiei prezentate mai înainte se va imagina cazul în care un execu[illegible]nt deserveşte un număr de 5 strunguri automate. Considerînd că primele trei etape prezentate mai înainte au fost parcurse şi a rezultat caracterul aleatoriu al intervenţiilor cu un număr mediu de sosiri pe oră $\lambda = 25$ (o sosire constituind solicitarea intervenţiei executantului la unul dintre strungurile automate) şi cu un număr mediu de serviri $\mu = 30$). Se cere să se determine numărul optim de strunguri automate care pot fi deservite de un muncitor, presupunînd că nefuncţionarea unei maşini ar produce pierderile C_1 în valoare de 15 lei pe oră şi că retribuţia medie orară a reglorului ar fi $C_2 = 9$ lei pe oră.

Se observă că există o singură staţie de deservire (muncitorul) şi un număr $m = 5$ (strunguri automate) unităţi în cadrul sistemului. Ca variabilă pentru funcţia de optimizare va fi numărul de strunguri automate şi deci urmează să se stabilească diverse variante pentru pierderile date de $\Gamma_{min} = (\bar{\rho}C_1 + \bar{\nu}C_2)T$.

Aplicînd relaţiile (2.35; 2.36; 2.37) la datele din exemplul de mai înainte se poate stabili, prin modificarea lui m, numărul optim de maşini-unelte automate ce urmează a fi deservite de un executant (tabelul 2.4).

Tabelul 2.4. **Calculul normei de deservire optimă**

m	λ	μ	ψ	$\bar{\rho}$	C_1	$\bar{\rho}C_1$	$\bar{\nu}$	C_2	$\bar{\nu}C_2$	$\Gamma_{(t)}$
5	25	30	0,80	0,0062	15	0,093	2,7630	9	24,867	24,960
4	20	30	0,66	0,0480	15	0,72	1,6190	9	14,571	15,291
3	15	30	0,50	0,2050	15	3,08	0,6315	9	9,517	12,597
2	10	30	0,33	0,5320	15	7,98	0,1328	9	1,992	**9,972**
1	5	30	0,16	0,8260	15	12,39	0,0032	9	0,028	12,418

Din tabelul 2.4 se observă că funcţia Γ ia valoarea minimă pentru $m = 2$.

Pentru a obţine date suplimentare asupra fenomenului optimizat se pot calcula atît numărul mediu de unităţi în sistem $\bar{N}_s$ cît şi timpul mediu de aşteptare în şir $\bar{t}_f$.

Pentru cazul unei singure staţii de aşteptare aceşti indicatori se calculează cu expresiile:

$$\bar{N}_s = m - \frac{1 - P_{(0)}}{\psi}; \quad (2.44) \qquad \bar{t}_f = \frac{\bar{\nu}}{\lambda(m - \bar{N}_s)}. \quad (2.45)$$

Aplicînd datele din exemplul precedent, rezultă:

$$\bar{N}_s = 2 - \frac{1 - 0{,}532}{0{,}333} = 0{,}595 \text{ şi } \bar{t}_f = 0{,}1328 \frac{1}{10(2 - 0{,}595)} = 0{,}0094 \text{ h} = 34{,}02 \text{ s}.$$

Calculele s-au realizat cu datele corespunzătoare numărului optim de maşini.

Pentru cazul mai multor staţii de deservire, numărul mediu de unităţi în sistem şi timpul mediu de aşteptare în fir se calculează cu expresiile:

$$\bar{N}'_s = S + \bar{\nu} - \bar{\rho}; \quad (2.46) \qquad \bar{t}_f = \frac{\bar{\nu}}{\mu(S - \rho)} = \frac{\bar{\nu}}{\lambda(m - N'_s)} \quad (2.47)$$

2.8. Stabilirea timpilor după normative

Stabilirea timpilor după normative constituie un procedeu foarte răspîndit avînd avantajul că se poate aplica şi înainte de lansarea produsului în fabricaţie.

În general, prin normativ se înţelege o indicaţie sau o prescripţie stabilă şi obligatorie pentru condiţiile în care a fost determinată. Normativul exprimă legăturile care există între mărimile care se intercondiţionează reciproc. Normativele, ţinînd seama de factorii lor de influenţă, pot fi normative de consum de timp, de consum de materii prime şi materiale, de energie etc.

Normativele de muncă exprimă mărimea care, în funcţie de factorii de influenţă, arată necesarul de muncă pentru efectuarea diferitelor elemente ale procesului de producţie.

Normativele de muncă reprezintă unul dintre mijloacele cele mai importante pentru introducerea în producţie a unor regimuri de funcţionare eficientă a utilajelor şi a unor metode raţionale de organizare a producţiei şi a muncii.

Normativele trebuie să asigure o precizie corespunzătoare, din care cauză trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

— să se bazeze pe o metodă de muncă stabilită anterior, pe baze raţionale ;

— să aibă în vedere principalii factori care influenţează consumul de muncă ;

— în funcţie de tipul de producţie cărora le sînt destinate, să asigure o precizie corespunzătoare ; să conţină consumul de muncă real necesar executării lucrărilor respective ;

— să fie exprimate clar şi concis, pentru a putea fi aplicate cu uşurinţă ;

— să exprime condiţiile tehnice şi organizatorice ale locului de muncă supus normării.

Normativele de muncă permit stabilirea timpului de realizare a produselor încă din faza de proiectare, cresc operativitatea în stabilirea normelor de muncă şi asigură introducerea unor metode de muncă avansate, prin extinderea şi generalizarea metodelor muncitorilor fruntaşi.

Referitor la conţinut, normativele de muncă pot fi : normative de timp de muncă, normative de regim tehnologic, normative de frecvenţă, normative de deservire şi normative de personal.

Prin normativele de timp de muncă, care se exprimă în ore — om, minute—om, sau secunde—om pe unităţi naturale, trebuie să se înţeleagă mărimile de timp necesare pentru efectuarea unuia sau mai multor elemente grupate ale procesului de muncă sau pentru întreruperi reglementate, în funcţie de factorii de influenţă şi în condiţii tehnice şi organizatorice precizate.

În funcţie de complexitate, normativele de timp de muncă se împart în : normative de timp pe elemente şi normative de timp grupate.

Normativele de timp pe elemente conţin valori de timp pentru diferitele elemente de lucru manual sau manual-mecanic (de obicei mînuiri) ale unei operaţii, cu precizarea condiţiilor tehnico-organizatorice (metode de lucru) în care se desfăşoară acestea. Aşa sînt, de exemplu, normativele pentru mînuirile de comandă a maşinilor-unelte.

Aceste normative se elaborează în general pentru producţia de masă, serie mare şi serie mijlocie.

Normativele de timp grupat conţin valori de timp pe grupe de elemente, corespunzînd unor faze, operaţii sau lucrări din cadrul unui proces de muncă, cu precizarea condiţiilor tehnico-organizatorice de desfăşurare.

Normativele de timp pot fi elaborate şi pentru elemente structurale ale normei de timp (timp de pregătire-încheiere, timp operativ, timp de bază, timp ajutător, timp de deservire a locului de muncă, timp de odihnă şi necesităţi fiziologice).

Normativele de regim tehnologic conţin valori ale parametrilor regimului de lucru ale utilajelor (viteză, avans, presiune etc.) cu precizarea caracteristicilor materialelor prelucrate (rezistenţă la rupere, duritate, densitate, căldură specifică etc.) şi sculelor utilizate (rezistenţă, geometrie etc).

Normativele de regim tehnologic sînt folosite pentru stabilirea intensităţii şi eficacităţii acţiunii utilajului asupra produsului. Deci putem defini normativele de regim tehnologic ca fiind mărimea stabilită pentru precizarea condiţiilor de folosire raţională a utilajelor, a materiilor prime, a materialelor utilizate în desfăşurarea procesului de producţie.

Pe baza normativelor de regim tehnologic se pot elabora şi normative de timp tehnologic, de asemenea, se pot preciza condiţiile tehnice de lucru.

Folosirea normativelor pentru determinarea timpilor de muncă este eficientă numai în cazul cînd condiţiile tehnico-organizatorice avute în vedere la elaborarea lor corespund condiţiilor concrete de fabricaţie. În acest caz, procedeul oferă o precizie satisfăcătoare de determinare a normelor de timp pînă la nivelul producţiei de serie mijlocie.

Normativele de frecvenţă se referă la numărul de repetări ale unei acţiuni pe unitatea de măsură a lucrării (produsului), determinat de anumiţi factori de influenţă. Dacă de exemplu la executarea producţiei pe maşini-unelte trebuie efectuate măsurători de control la fiecare a 10-a piesă, înseamnă că frecvenţa măsurătorilor (normativul de frecvenţă) este de 0,1 pe o piesă, Dacă timpul necesar pentru o măsurătoare este de 0,25 min, înseamnă că în calculul normei de timp pentru o piesă se vor include $0{,}25 \times 0{,}1 = 0{,}025$ min.

Normativul de servire are în vedere elementul de calcul folosit la stabilirea normei de servire în funcţie de factorii de influenţă. Se exprimă în m^2, număr utilaje etc. De exemplu, în activitatea de întreţinere, normativul de servire este de 60 autocamioane sau 70 de microbuze pe zi pentru un muncitor gresor.

Normativul de personal se exprimă în număr de lucrători şi se defineşte prin elementul de calcul folosit la stabilirea normei de personal, în funcţie de factorii de influenţă în condiţii tehnice şi organizatorice precizate.

Elaborarea normativelor de muncă presupune aceleaşi etape, metode şi procedee de înregistrare, analiză şi prelucrare a datelor ca şi elaborarea normelor de muncă. Desigur, pot apare anumite particularităţi. O grijă deosebită trebuie avută la alegerea obiectivului analizat, trebuind să se ţină seama de operaţiile şi lucrările cu un grad mare de stabilitate şi care se regăsesc la un număr mare de locuri de muncă, urmărind a se realiza pe cît posibil normative unificate care se aplică pentru elemente ale procesului de producţie şi condiţii de muncă din mai multe unităţi, mergînd pînă la nivelul republican.

Normativele de timp de muncă se pot elabora prin cercetare analitică sau prin calcule analitice.

Normativele se pot prezenta sub formă de tabele sau nomograme, pentru a fi uşor accesibile celor care le utilizează.

2.9. Influența tipului de producție și a caracterului muncii asupra stabilirii normelor de muncă

Conținutul concret al metodelor de stabilire a normelor de muncă depinde de condițiile de muncă pentru care se stabilesc. Normele de timp se determină pentru fiecare operație în concordanță cu condițiile tehnico-organizatorice pentru tipul de producție din care fac parte : de masă sau de serie mare ; de serie mijlocie ; de serie mică sau de unicate.

Odată cu creșterea numărului de produse realizate se schimbă și condițiile tehnico-organizatorice de lucru, se perfecționează organizarea locului de muncă, se precizează și se perfecționează conținutul procesului de muncă, se stabilește nivelul diviziunii muncii și crește ponderea utilajului specializat în cadrul înzestrării tehnologice a muncii. Ca rezultat al acestor condiții, executanții capătă o îndemînare crescută în efectuarea unui număr limitat de mînuiri, care se repetă des și prin aceasta se realizează o creștere a productivității muncii, fără un efort suplimentar din partea acestora.

2.10. Timpul de adaos

Pe lîngă timpul operativ, care se stabilește prin cronometrarea simplă sau cu evaluarea ritmului, prin calcul, pe baza normativelor de timp pe elemente, cît și pe baza parametrilor utilajului, mai apar și alte categorii de timp, care se adaugă acestuia, pentru a obține norma de timp.

Partea din timpul normat care se adaugă la timpul operativ în vederea determinării normei de timp pe unitate de produs se numește *timp de adaos*.

Cu ajutorul timpilor de adaos, se determină — în unele cazuri — timpii de pregătire și încheiere, timpii de deservire a locului de muncă, timpii de întreruperi condiționate de tehnologia și organizarea locului de muncă ca și timpii de odihnă și necesități fiziologice.

Pentru determinarea timpilor de adaos necesari elaborării normelor de timp, se practică în mod curent cercetarea analitică a consumului de timp de muncă și calculul analitic pe bază de normative.

2.11. Condițiile generale pentru asigurarea cerințelor de calitate ale normelor

Pentru a asigura elaborarea și aplicarea în producție a unor norme de calitate, se impune respectarea următoarelor condiții :

— cunoașterea tipului de producție (de masă, de serie mare, mijlocie sau mică, producție de unicate), în vederea adîncirii corespunzătoare a studiilor ;

— pregătirea prealabilă a desfășurării optime a procesului de producție ;

— cunoașterea caracterului muncii : manual, manual-mecanic sau automatizat, în vederea alegerii metodelor de elaborare a normelor.

— precizarea și asigurarea tuturor condițiilor tehnice și organizatorice avute în vedere la elaborarea normei de muncă ;

— respectarea cu strictețe a cerințelor de calitate a produselor, de igienă a muncii și protecția muncii, prevăzute la elaborarea normelor ;

— aplicarea celor mai potrivite procedee și metode de măsurare a muncii, urmărind excluderea timpilor care nu trebuie cuprinși în normă și realizarea unei stabilități structurale a normei de muncă ;

— tipizarea proceselor de producție pentru normele de muncă grupate sau unificate, în vederea asigurării unui grad de precizie ridicat, a unui echilibru între normele de muncă aplicate în cadrul diferitelor întreprinderi.

Capitolul 3

PROCEDEELE DE MĂSURARE ŞI DETERMINARE A TIMPULUI DE MUNCĂ ŞI A TIMPULUI DE FOLOSIRE A UTILAJULUI ÎN INDUSTRIA CONSTRUCTOARE DE MAŞINI

3.1. Etapele executării observărilor asupra consumului de timp de muncă

Măsurarea timpului de muncă se realizează în cadrul a două etape principale :

— etapa de înregistrare a situaţiei existente, pe baza căreia se studiază şi se scot la iveală pierderile de timp de muncă a executantului şi în funcţionarea utilajului, în vederea elaborării unei norme îmbunătăţite ;

— etapa de măsurare a timpului de muncă consumat.

Măsurarea timpului de muncă, indiferent de metoda care se utilizează, necesită la rîndul ei următoarele faze : pregătirea măsurării, efectuarea măsurării şi prelucrarea datelor. Fiecare fază de măsurare a timpului de muncă îmbracă forme specifice în funcţie de metoda de determinare utilizată.

Pentru măsurarea timpului de muncă şi a timpului de folosire a utilajului se utilizează aparate indicatoare şi înregistratoare ale timpului pe de o parte şi materiale auxiliare pe de altă parte.

3.2. Aparate şi materiale auxiliare pentru studierea consumului de timp de muncă

Aparatele folosite pentru studierea consumului de timp de muncă pot fi, aparate indicatoare şi aparate inregistratoare.

3.2.1. Aparate indicatoare

Pentru măsurarea timpului cele mai frecvent utilizate aparate indicatoare sînt :

— ceasornicele, cînd pentru măsurarea timpului este suficient gradul de precizie oferit de acestea ;

— cronometrele (cu unul sau mai multe ace indicatoare), care pot avea cadranele divizate în secunde, sutimi de minut, sau în unităţi T.M.U. (1/10 000 ore), pentru creşterea preciziei.

Cronometrele cu mai multe ace permit măsurători ale unor elemente parţiale ale procesului de muncă şi ale duratei totale. În cazul folosirii mai multor cronometre, este posibilă legarea acestora cu un sistem de pîrghii care permite acţionarea concomitentă a acestora în cursul măsurării timpului,

— microcronometrele, care se folosesc pentru măsurarea elementelor de timp mai mici de 0,03 pînă la 0,05 minute şi care, la o rotaţie completă a acului indicator, înregistrează prin acţionare electrică doar o secundă.

3.2.2. Aparate înregistratoare

Sînt mai complete şi se găsesc într-o mai mare varietate de prezentare, fie că sînt simple sau complexe.

Pentru măsurarea mînuirilor de scurtă durată se folosesc aparatele înregistratoare cu mecanism de ceasornic, care acţionează o bandă de înregistrare ce se deplasează cu o viteză constantă, pe care o peniţă înregistrează durata intervalului de timp măsurat.

Magnetofonul foloseşte un sistem automat de marcare pentru începutul şi sfîrşitul unei acţiuni înregistrate pe bandă. Cu ajutorul unui contor se pot măsura sutimile de secundă sau secundele dintre semnele (vibraţii de înaltă frecvenţă sau semnele acustice emise la intervale regulate), înregistrare pe bandă, utilizînd în acest scop un dispozitiv de recunoaştere a semnalelor de pe bandă şi de transformare a lor în impulsuri electrice. Banda înregistrată conţine deci atît punctele de fixare a mînuirilor spuse măsurării, marcate prin semnale, precum şi textul explicativ. Se permite astfel atît măsurarea timpului total cît şi a timpilor parţiali prin numărarea automată a semnalelor de timp dintre punctele de fixare.

Utilizarea magnetofonului este indicată la măsurarea activităţilor care se desfăşoară pe întuneric. Este o metodă de măsurare a timpului care se dezvoltă mult în ultima vreme, pentru măsurarea timpilor scurţi, pentru activităţile simultane ale oamenilor şi maşinilor.

Oscilograful se poate folosi pentru măsurarea şi înregistrarea structurii operaţiilor şi proceselor de producţie în succesiunea lor fără a fi necesară participarea directă a unui observator. Cu ajutorul oscilografului se pot rezolva probleme analoage cu cele care se realizează prin metodele clasice de cronometrare, fotografiere etc.

Oscilograful dispune de un sistem de emiţători care sînt puşi pe o maşină-unealtă şi cu care se află în conexiune. Cu ajutorul impulsorilor electrici (celulă fotoelectrică de contact sau de alt tip) şi al unui aparat de înregistrat timpul de tip special, oscilograful percepe automat succesiunea şi modul de executare al operaţiilor prin transformarea părţilor din maşina-unealtă care se află în mişcare (deplasarea căruciorului, rotaţia axului maşinii), în variaţii ale intensităţii electrice care, la rîndul lor, se transformă în devieri ale razelor luminoase, îndreptate asupra unei pelicule în mişcare.

Osciloscopierea se foloseşte mai puţin, deoarece nu permite studierea ulterioară a procesului. În schimb, graficele oscilogramă permit stabilirea directă a randamentului utilajelor prin înregistrarea timpului de mers în sarcină şi a celui de mers în gol, a numărului de rotaţii pe minut, a direcţiei de deplasare a părţilor componente etc. Cu ajutorul acestor măsurări se poate stabili astfel structura şi succesiunea de executare a elementelor operaţiei. Din oscilograme se poate stabili, cu rezultate bune, modul de lucru al executantului, îndemînarea acestuia, aspecte legate de organizarea producţiei şi a muncii.

Filmarea poate fi considerată ca realizîndu-se cu un aparat de măsurare simplu. Pentru măsurarea timpului cu ajutorul aparatului de filmat, filmul se deplasează cu o viteză constantă atît la înregistrare cît şi la proiecţie, permiţînd astfel determinarea oricărei mişcări prin însumarea numărului de cadre. Este necesară asigurarea unei frecvenţe constante a acţionării începînd de la 12, 24, 48 de cadre pe secundă şi terminînd cu 68 de cadre pe secundă şi acţionarea unui dispozitiv pentru filmarea imagine cu imagine la intervale de timp regulate şi neregulate, de la o secundă pînă la o jumătate de oră. Dacă este posibil, se recomandă ca aparatul să fie dotat cu 2—3 obiective cu distanţe focale diferite. Aceasta însă implică multe manevre din partea executantului. Aparatele automate uşurează din acest punct de vedere foarte mult activitatea observatorului.

Pentru creşterea eficienţei activităţii de filmat se recomandă utilizarea aparatelor cu film îngust, de greutate mică, care să fie uşor de manevrat şi să nu impună cunoştinţe speciale de practică de operator cinematografic. Sursa de alimentare să fie multiplă atît la reţea cît şi la baterii, acumulatori. În ultima vreme, în locul filmelor de 35 mm, 16 mm sau chiar 8 mm, se foloseşte filmul de super 8 mm, care are un randament mai bun de utilizare a peliculei.

În ultima vreme şi la noi în ţară se folosesc pentru analizele mai generale, temporare şi continui, *aparate înregistratoare compuse*. Dintre cele mai cunoscute sînt centralograful, productograful, magnetofonul cronometror şi altele.

Centralograful este format dintr-o instalaţie electronică care analizează simultan grupe de pînă la 20—40 de maşini, putînd cuprinde întreaga secţie.

La forma cea mai simplă de centralograf, pe o hîrtie acţionată cu ajutorul unui mecanism de ceasornic, se înregistrează, cu ajutorul a pînă la 20 de peniţe, activitatea locurilor de muncă la care este conectat aparatul. Sesizorii, traductorii în acest caz, înregistrează pe de o parte diagrama liniară a funcţionării maşinii iar pe de altă parte, cifrele de cod ale cauzelor de staţionare.

Cifrele de cod trebuie transmise imediat de executant în momentul staţionării maşinii, fie acţionînd pe o rondelă de telefon numărul cauzei de staţionare, fie introducînd o cartelă cu numărul cauzei, într-un dispozitiv special.

Se observă, în cazul unor timpi scurţi, dificultatea analizei rezultatelor. Centralograful nu poate derula hîrtia cu mai mult de 1 mm pe minut. Liniile paralele şi continui înseamnă funcţionarea maşinii-unelte, între-

ruperile înseamnă nefuncționare și trebuie codificate pe aceeași hîrtie. Ca un stadiu intermediar, înainte de a ajunge la sistemele de urmărire și conducere automată a producției, se prezintă tehnograful.

Tehnograful se compune din trei părți principale : *sursa de energie* (alimentarea), care este prima parte a aparatului și se compune dintr-un generator de impulsuri și un amplificator ; *comanda*, care presupune codificarea impulsurilor și se realizează în cea de a doua parte. Codificarea permite stabilirea consumurilor de timp pentru fiecare utilaj. În această a doua parte se distinge și o unitate de informare (semnalizare), cu contacte, ce pot fi cu butoane sau automate.

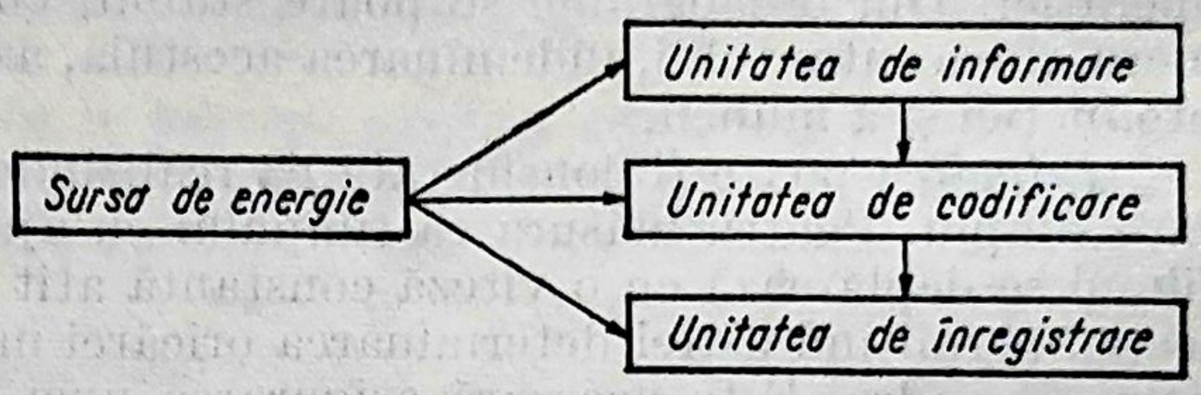


Fig. 3.1. Schema simplificată a tehnografului.

Așa după cum se observă din fig. 3.1, sursa de energie și unitatea de informare se conectează la unitatea de codificare, care, la rîndul ei, se leagă cu unitatea de înregistrare a aparatului.

Imprimatorul — cea de a treia parte a tehnografului — poate avea 3 sau 4 dispozitive de înregistrare, care funcționează similar cu cele ale centralografului : o diagramă sub forma unei linii continue, în cazul funcționării neîntrerupte, sau sub forma unei linii întrerupte, în cazul nefuncționării.

Un aparat asemănător îmbunătățit îl constituie *productograful*.

Plecînd de la observarea că ultimele două aparate permit o prelucrare mecanizată sau automatizată a diagramelor înregistrate, s-a ajuns la sistemele de conducere automată a producției, cum ar fi și cel realizat de un grup de specialiști români de la I.P.I.U. București, denumit SICAP—71, care realizează înregistrarea timpului de funcționare și a cauzelor de oprire a utilajelor clasificate în 7 tipuri direct pe bandă perforată pentru 40 de utilaje simultan. Modulele de 20 pînă la 40 de utilaje sînt urmărite simultan în cadrul secțiilor de producție asupra funcționării lor cu ajutorul calculatorului electronic. Rezultatele de pe benzile perforate sînt introduse în memoria calculatorului, care este programat să afișeze instantaneu sau la anumite intervale de timp cerute : timpul de nefuncționare pe cauze, randamentul utilajului, utilizarea timpului de către muncitori, structura timpului de muncă al utilajului, structura timpului de muncă al executantului, retribuția muncitorilor, producția realizată etc.

3.2.3. Materiale auxiliare folosite pentru măsurarea timpului

Observatorii pot folosi cu bune rezultate pentru înregistrarea timpilor observați, planșete speciale pe care se fixează fișa de observare și cronometrele. Aceste planșete, care pot fi de mai multe tipuri, trebuie să fie ușoare, să nu provoace greutăți la mînuirea și susținerea lor și să permită

fixarea rigidă a cronometrărilor și a fișei de observare. De obicei, planșetele sînt ținute cu mîna stîngă, cu care se execută și declanșarea cronometrului, direct cu degetul arătător sau prin intermediul unor pîrghii, mîna dreaptă fiind utilizată pentru notarea rezultatelor. În acest fel, observatorul poate realiza simultan observarea procesului de muncă, acționarea cronometrului și notarea observării.

Fișele de observare variază de la o metodă de observare la alta, și sînt tipizate la nivelul țării și pe plan internațional.

Indiferent de conținutul lor, fișele de observare trebuie să corespundă cerințelor unor prelucrări ulterioare corecte. Ele trebuie să cuprindă denumirea operației și a lucrării, caracteristicile utilajului, modul de organizare a locului de muncă, caracteristicile executantului, condițiile de muncă, momentul observării, elementele de defalcare a lucrării de măsurat, timpii corespunzători acestora etc.

Unele fișe deși sînt standardizate, pot fi adaptate la condițiile unor locuri de muncă speciale, pot avea spații pentru realizarea anumitor calcule sau pot cuprinde anumite relații.

Ca materiale auxiliare se mai pot folosi rigle speciale care să servească la determinarea unor timpi în funcție de condițiile de lucru sau de caracteristicile utilajelor.

3.3. Metode de măsurare și analiză a timpului de muncă

Studierea timpului de muncă a executantului, a timpului de folosire a utilajului sau de parcurgere a obiectelor muncii prin procesul de producție, se poate realiza prin observări directe sau prin prelucrarea unor elemente înregistrate indirect. Metodele de măsurare și de analiză a timpului de muncă sînt următoarele :

1 — Metode de înregistrare directă a timpului ;
1.1. — Cronometrarea ;
1.1.1. — Cronometrarea fără evaluarea ritmului ;
1.1.2. — Cronometrarea cu evaluarea ritmului.

Fiecare dintre variantele de cronometrare se poate realiza prin mai multe procedee :

1.1-a — Cronometrarea continuă ;
1.1-b — Cronometrarea repetată ;
1.1-c — Cronometrarea selectivă ;
1.1-d — Cronometrarea selectiv-grupată ;
1.2 — Fotografierea ;
1.2.1 — Fotografierea individuală — autofotografierea ;
1.2.2 — Fotografierea colectivă ;
1.2.3 — Fotocronometrarea individuală ;
1.2.4 — Fotocronometrarea colectivă ;
2 — Metode de înregistrare indirectă a timpului ;
2.1 — Observări instantanee ;
2.1.1 — Observări instantanee fără evaluarea ritmului ;

2.1.2 — Observări instantanee cu evaluarea ritmului;
2.2 — Măsurarea timpului pe microelemente;
3 — F i l m a r e a;
4 — Utilizarea magnetofonului;
5 — Oscilografierea;
6 — Centralografierea, tehnografierea, productografierea.

3.3.1. Metode de înregistrare directă a timpului de muncă

3.3.1.1. **Cronometrarea timpului de muncă.** Este o metodă prin care se măsoară şi se analizează de obicei acele elemente de timp care se reptă identic cu fiecare unitate de produs, adică timpul operativ sau timpul de funcţionare utilă a utilajului. Procedeele de cronometrare continuă, repetată, selectivă sau selectiv-grupată se aplică în funcţie de durata elementelor analizate şi se modifică după modul de realizare a acestora, cu sau fără evaluarea ritmului.

a. **Procedee de cronometrare.** *La cronometrarea continuă* se măsoară toate elementele de timp ale unei operaţii, în ordinea succesiunii lor, sfîrşitul unui element fiind identic cu începutul altuia. Notarea acestor momente cu ajutorul unui cronometru, pentru operaţiile cu o durată mai mare de 3 secunde, conduce la calculul duratei diferitelor elemente.

Pentru elementele cu o durată mai mică de 3 secunde se utilizează procedeul de *cronometrare repetată*, la care înregistrarea se face de mai multe ori într-o ordine prestabilită. De exemplu, mai întîi elementele 1, 3, 7 apoi elementele 4, 6, 8 iar la sfîrşit 2, 5, 9.

Cînd se urmăreşte stabilirea duratei unui element în mod special, se utilizează procedeul de *cronometrare selectivă*, la care nu are importanţă ordinea şi durata celorlalte elemente ale procesului.

O combinare a unor procedee prezentate mai înainte, cu avantajele şi, parţial, cu dezavantajele acestora, se regăseşte în procedeul de *cronometrare selectiv grupată*. Acest procedeu se aplică pentru aflarea duratei unor grupe de elemente foarte mici, ordonate diferit de la un ciclu la altul, grupe care se măsoară în mod continuu, eliminîndu-se riscul unor erori de citire şi înregistrare a măsurătorilor.

Dacă trebuie măsurate, n elemente x_k $(k = 1 \cdot \ldots n)$, se pot stabili. a_i $(i = 1 \ldots n)$ permutări posibile de măsurare distinctă a elementelor de timp

Durata a_i a fiecărei variante se exprimă astfel:

$$a_i = \sum_{k=n}^{k=1} (x_k - x_i). \tag{3.1}$$

Notînd cu

$$T = \sum a_i, \text{ pornind de la} \tag{3.2}$$

$$\sum_{k=1}^{n} x_k = \frac{\sum a_i}{n-1}, \tag{3.3}$$

din relaţiile de mai înainte se poate calcula durata fiecărui element x_k;

$$x_k = \frac{T}{n-1} - a_i \; (i = k = 1,2 \ldots n). \tag{3.4}$$

Pentru a avea rezultate concludente este necesar să se respecte condiţia

$$(n-1)a_i < T. \tag{3.5}$$

Cele expuse mai înainte pot fi prezentate prin următorul exemplu :

$$\begin{aligned} a_1 &= x_2 + x_3 + x_4 = 4{,}5\,; \\ a_2 &= x_3 + x_4 + x_1 = 4{,}6\,; \\ a_3 &= x_4 + x_1 + x_2 = 4{,}3\,; \\ a_4 &= x_1 + x_2 + x_3 = 4{,}9\,; \end{aligned} \tag{3.6}$$

$$T = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 4{,}5 + 4{,}6 + 4{,}4 + 4{,}9 = 18{,}3 \tag{3.7}$$

şi rezultă

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{18{,}3}{3} - 4{,}5 = 1{,}6 \text{ s}\,; \\ x_2 &= \frac{18{,}3}{3} - 4{,}6 = 1{,}5 \text{ s}\,; \\ x_3 &= \frac{18{,}3}{3} - 4{,}3 = 1{,}8 \text{ s}\,; \\ x_4 &= \frac{18{,}3}{3} - 4{,}9 = 1{,}2 \text{ s}. \end{aligned} \tag{3.8}$$

Rezultatele sînt concludente deoarece relaţia (3.5) este respectată.

b. **Cronometrarea fără evaluarea ritmului** este folosită în activitatea întreprinderii pentru mai multe scopuri : stabilirea duratei timpului operativ, obţinerea datelor necesare elaborării normelor de muncă, verificarea normelor de muncă existente şi stabilirea cauzelor neîndeplinirii lor de către unii executanţi, repartizarea corespunzătoare a sarcinilor de muncă între executanţi la lucrul în echipă, studierea metodelor de muncă perfecţionate, a mînuirilor raţionalizate, în vederea îmbunătăţirii procesului de muncă şi a celui tehnologic.

Aplicarea acestei metode de măsurare a timpului începe cu *pregătirea observatorului* asupra tehnologiei, a tipului de producţie şi organizării corespunzătoare a locului de muncă, a prescripţiilor tehnologice, metodelor de lucru etc. Cronometrarea permite să se realizeze o detaliere a metodelor de muncă cu care se efectuează lucrarea cît mai complet. Defalcarea se poate face pînă la mînuiri sau mişcări.

Defalcarea operaţiei pe elementele de muncă ce o compun se face conform structurii normei de timp, urmărindu-se în mod special evidenţie-

rea timpului de funcţionare a utilajelor faţă de timpul manual al executantului, suprapus şi nesuprapus, şi conduce la determinarea conţinutului fiecărui element şi a punctelor lor de fixare, adică a limitelor care despart aceste elemente între ele. Determinarea factorilor care influenţează fiecare element al operaţiei cercetate este în măsură să conducă la o normare corectă, la proiectarea unui conţinut cît mai raţional al fiecărui element de muncă şi a structurii raţionale a operaţiei în ansamblu.

În ceea ce priveşte *fixarea momentului cronometrării*, pentru ca observarea să fie cît mai concludentă, cronometrarea trebuie să se întindă de-a lungul întregului schimb (sau schimburilor), cu excepţia momentelor de început şi de sfîrşit (circa 30 min) şi să fie efectuată pe mai mulţi executanţi.

Alegerea executantului este o etapă importantă în munca de cronometrare, deoarece aptitudinile personale, experienţa, pregătirea teoretică şi practică a executantului, capacitatea de a-şi însuşi metodele de muncă avansate, influenţează nivelul productivităţii muncii. Se recomandă un executant cu calificarea corespunzătoare, care-şi realizează în mod corect şi în ritm normal sarcinile de muncă. În etapa următoare se trece la efectuarea de observări pe fişe de cronometrare şi măsurări repetate pentru fiecare element în vederea determinării duratei acestuia. În tabelul 3.1 se prezintă fişa de cronometrare pentru prelucrarea la un strung universal a unor bare.

În fişa de cronometrare, în legătură cu condiţiile de muncă, se pot adăuga suplimentar informaţii privind iluminatul, temperatura locului de muncă, umiditatea, modalităţile de aprovizionare cu materiale şi scule, modul de deservire a utilajului.

Descrierea produsului rezultă în mod amănunţit din schiţele produselor ce urmează a fi prelucrate sau din descrieri parţiale.

În timpul observărilor se pot ivi situaţii de înregistrări greşite cum ar fi : convorbiri cu alt muncitor, convorbire cu maistrul în afara problemelor de serviciu, s-a dus la bancul alăturat după probe, a fumat etc. Astfel de măsurări trebuie eliminate din şirul cronometric obişnuit.

Realizarea observărilor cronometrice. Timpul de execuţie a unui element de timp pentru aceeaşi operaţie, variază de la un ciclu la altul în limite relativ mici, dar poate varia de la o întreprindere la alta. Se impune realizarea multor măsurări pentru obţinerea unor valori medii care să ţină seama de variaţiile inevitabile ale duratelor de timp din cadrul procesului de muncă analizat.

Dintre factorii care pot influenţa în mod deosebit modificarea duratei elementelor de timp, se pot enumera : mijloacele de muncă, condiţiile de muncă, organizarea locului de muncă, care nu se pot reproduce în mod identic, de la o întreprindere la alta şi chiar în cadrul aceleiaşi întreprinderi, de la un ciclu de timp la altul. Obiectul muncii nu are întotdeauna aceleaşi dimensiuni şi însuşiri, materiile prime prelucrate nu se pot realiza perfect omogene.

Mişcările executantului din cadrul metodei de muncă nu pot fi reproduse în mod identic, la fiecare ciclu. Numărul de măsurări realizate de către observatori este obligatoriu să fie acelaşi în toate condiţiile.

Executantul își dozează diferit efortul de-a lungul duratei schimbului de muncă și ca urmare, durata elementelor de timp se modifică de la un ciclu la altul de-a lungul schimbului. Abaterile duratei elementelor de la un ciclu la altul sînt invers proporționale cu durata elementului măsurat.

În realizarea înregistrărilor însuși observatorul poate introduce erori atît la înregistrare cît și la notarea datelor.

Tabelul 3.1. **Model de fișă de cronometrare**

Întreprinderea de piese de schimb Secția : A Atelierul : 12 Schimbul : I	Fișa de observare nr. 1 Cronometrare	Operația : prelucrarea la strungul universal a pieselor din bară Categoria de încadrare a lucrării : IV Categoria de încadrare a muncitorului : IV

Scopul observării : elaborarea de normative de timp
Numele muncitorului : R.C., marca 1382
Meseria, specialitatea sau funcția : strungar universal
Vîrsta : 26 ani
Vechimea în meserie, specialitate sau funcție : 6 ani
Indicele de îndeplinire a normelor, în % :
— media pe ultimele 3 luni, 104 %
— în timpul observării, 102 %
Calitatea lucrării executate : bună — Maistru A.M.

Utilajul	Scule și dispozitive
Denumirea : strung universal Nr. inventar : 8432 Caracteristici :	Cuțite de strunjit Macara de 2t Banc de lucru
Produsul	**Elemente de organizare și deservire a locului de muncă**
Denumirea : piese de schimb Dimensiuni : lg.barei $L = 2000$ mm diametrul barei, $d = 40$ mm; lg.de scoatere a barei $l = 200$mm, material OL 50	Materialele sînt aduse la locul de muncă
Conținutul operației	Schița de prelucrare a produsului
Introducerea în axul mașinii, așezarea opritorului, fixarea barei, pornirea și oprirea mașinii, siăbirea barei, punerea la loc a piesei tăiate, controlul	

Nr. șirului	Începutul observării (ora)	Sfîrșitul observării (ora)	Durata observării (min)	Semnătura observatorului
1	6,00	6 h 14 min	14	
2	10,00	10 h 13 min	13	
.	.	.	.	
.	.	.	.	

Tabelul 3.1. **Model de**

Nr. crt.	Nr. șirului: / Elementele operației		1	2	3	4	5	6	7	8
										Nr. obser-
										Durata obser-
1	Deplasarea barei pînă la opritor	t_c	0^{00}	4^{54}	10^{12}	15^{35}	20^{37}	26^{42}	31^{52}	36^{34}
		t_o	20	21	19	20	**41**	20	21	20
2	Prinderea barei în mandrină cu bucșă extensibilă	t_c	0^{20}	5^{15}	10^{31}	15^{55}	21^{18}	27^{02}	32^{13}	36^{54}
		t_o	18	19	20	17	16	18	18	37
3	Comanda mașinii	t_c	0^{38}	5^{34}	10^{51}	16^{12}	21^{34}	27^{20}	32^{31}	37^{31}
		t_o	10	9	8	10	9	10	9	9
4	Prelucrarea mecanică a barei prin așchiere	t_c	0^{48}	5^{43}	10^{59}	16^{22}	21^{43}	27^{30}	32^{40}	37^{40}
		t_o	205	210	222	245	**270**	220	205	180
5	Oprirea mașinii	t_c	4^{22}	9^{33}	14^{41}	20^{05}	26^{13}	31^{10}	36^{05}	40^{40}
		t_o	6	**15**	6	5	6	**17**	5	6
6	Desprinderea barei	t_c	4^{28}	9^{48}	14^{47}	20^{10}	26^{19}	31^{27}	36^{10}	40^{46}
		t_o	5	4	6	5	4	5	6	4
7	Deplasarea barei	t_c	4^{33}	9^{52}	14^{53}	20^{15}	26^{23}	31^{32}	36^{16}	40^{50}
		t_o	21	20	**42**	22	19	20	18	*41*

Observații: t_c reprezintă timpul curent consumat; t_o — durata elementului măsurat, timpul observat; $t_o = t_{ci} - t_{ci-1}$, i fiind elementul operației;*) corespunzător măsurărilor rămase în șir după eliminarea celor greșite; valorile culese cu cifre aldine (îngroșate) indică măsurători necorespunzătoare;

Numărul de înregistrări se determină ținînd seama de aplicarea teoriei probabilităților atît prin metode de calcul analitic cît și prin metode de calcul grafic. Numărul de observări va depinde în general de durata elementelor de timp și de intervalul de variație al timpului măsurat.

O primă metodă de calcul a numărului de observri folosește expresia

$$N = 18\,000 \frac{D^2}{S^2}, \text{ unde :} \qquad (3.9)$$

N este numărul de măsurări necesare;

D — diferența dintre valoarea maximă și minimă a primelor 10 observări din șirul cronometric; înainte de începerea prelucrării datelor, se execută 5 sau 10 măsurări preliminare : 5 măsurări

fișă de cronometrare

vării									Concluzii:				
9	10	11	12	13	14	15...49	50	51	Total timp*)	Coeficientul de stabilitate		Durata medie în s	Factori de influență
vării									Numărul măsurărilor rămase	al măsurării	admisibil		
41^{31}	46^{08}	51^{46}	56^{31}	62^{13}	66^{51}	71^{09}....249^{55}	254^{14}	258^{49}	777	1,4	1,5	21	Masa Diametrul Lungimea
18	40	20	22	20	19	18 20	21	—	37				
41^{49}	46^{48}	52^{06}	56^{53}	62^{33}	67^{10}	71^{27}....250^{13}	254^{35}	—	564	1,4	1,5	18	,,
19	18	18	17	19	18	43....18	19	—	36				
42^{08}	47^{06}	52^{24}	57^{10}	62^{52}	67^{28}	72^{10}....250^{33}	254^{54}	—	270	1,5	1,5	9	,,
10	6	7	11	8	9	7....8	9	—	30				
42^{18}	47^{12}	52^{31}	57^{21}	63^{00}	67^{37}	72^{17}....250^{41}	255^{03}	—	8400	1,5	1,5	210	,,
200	240	210	190	200	180	200....180	195	—	40				
45^{38}	51^{12}	56^{01}	60^{31}	66^{20}	70^{37}	75^{37}....253^{41}	258^{18}	—	162	1,1	1,5	6	,,
6	5	6	26	6	7	6 6	7	—	27				
45^{44}	51^{17}	56^{06}	60^{57}	66^{26}	70^{44}	75^{43}....253^{46}	258^{25}	—	144	1,3	1,5	4,8	,,
4	5	4	5	5	4	5 5	4	—	30				
45^{48}	51^{22}	56^{10}	61^{02}	66^{31}	70^{48}	75^{48}....253^{51}	258^{29}	—	756	1,4	1,5	21	,,
20	24	21	71	20	21	20....21	20	—	36				

TOTAL 289,8 s = 4,83 min
Total** 79,8 s = 1,33 min

** Fără timpul pentru prelucrarea mecanică a piesei.

pentru cicluri mai mari de 2 minute și 10 măsurări pentru cicluri mai mici de 2 minute:

S — suma valorilor primelor 5 sau 10 observări.

Se adoptă, după calcularea valorilor N pentru fiecare element de muncă din ciclu, cel mai mare număr de măsurări.

Aplicație. În urma efectuării a 10 măsurări pentru un ciclu studiat s-au obținut pentru un anumit element următoarele valori de timp în secunde: 15, 17,2 19,4 20, 30, 21,6, 28,2, 23, 27,9, 25,1.

Se calculează diferența dintre valoarea minimă și maximă:

$$D = x_{imax} - x_{imin} = 30 - 15 = 15 \text{ s}, \tag{3.10}$$

x_{imax} fiind valoarea maximă a duratei elementelor șirului iar
x_{imin} — valoarea minimă a duratei elementelor șirului.

Aplicînd relația (3.9) rezultă $N = 18\,000 \dfrac{15^2}{227{,}4^2} = 18\,000 \dfrac{225}{51.710{,}76} = 78{,}32 \approx$ 78 măsurări.

Se vor face deci 78 de măsurări.

Pentru aceeași operație, la un al doilea element, s-au realizat următoarele măsurări: 6, 8, 8, 9, 7, 7, 11, 9, 7, 8.

Aplicînd aceleași calcule rezultă că pentru cel de al doilea element, sînt necesare $N' = 18\,000 \dfrac{5^2}{80^2} = 18\,000 \dfrac{25}{6\,400} = 70$ măsurări.

O a doua metodă de calcul a numărului de observări are în vedere media aritmetică a fiecărui element x și raportul $D/\bar{x}$ calculat pentru fiecare element de muncă.

În funcție de valoarea maximă a raportului $D/\bar{x}$ se alege din tabelul 3.2. numărul corespunzător de măsurări ce trebuie să le realizeze observatorul.

Tabelul 3.2 **Stabilirea numărului de măsurări ce urmează a fi realizate prin cronometrare, corespunzător valorii raportului D/x**

$\frac{D}{\bar{x}}$	Numărul de măsurări preliminare		$\frac{D}{\bar{x}}$	Numărul de măsurări preliminare		$\frac{D}{\bar{x}}$	Numărul de măsurări preliminare		$\frac{D}{\bar{x}}$	Numărul de măsurări preliminare	
	5	10		5	10		5	10		5	10
	Numărul total de măsurări			Numărul total de măsurări			Număr total de măsurări			Numărul total de măsurări	
0,10	3	2	0,34	34	20	0,58	100	57	0,82	199	113
0,12	4	2	0,36	38	22	0,60	107	61	0,84	209	119
0,14	6	3	0,38	43	24	0,62	114	65	0,86	218	125
0,16	8	4	0,40	47	27	0,64	121	69	0,88	229	131
0,18	10	6	0,42	52	30	0,66	129	74	0,90	239	138
0,20	12	7	0,44	57	33	0,68	137	78	0,92	250	143
0,22	14	8	0,46	63	36	0,70	145	83	0,94	261	149
0,24	17	10	0,48	68	39	0,72	153	88	0,96	273	156
0,26	20	11	0,50	74	42	0,74	162	93	0,98	284	162
0,28	23	13	0,52	80	46	0,76	171	98	1,00	296	169
0,30	27	15	0,54	86	49	0,78	180	103			
0,32	30	17	0,56	93	53	0,80	190	108			

Media aritmetică se determină cu relația

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n}, \tag{3.11}$$

x_i fiind valoarea i din șirul cronometric realizat.

Se calculează raportul $D/\bar{x}$ pentru cele două elemente de timp care au fost prezentate în exemplul precedent.

$$\frac{D}{\bar{x}} = \frac{15}{22{,}74} = 0{,}6596\,; \quad \frac{D'}{\bar{x}'} = \frac{5}{8} = 0{,}62.$$

Din tabelul 3.2. se stabilește în funcție de numărul de măsurări preliminare (10) și raportul $D/\bar{x}$ cel mai mare, care este numărul de măsurări ce urmează a fi realizat de către executant: $N_1 = 76$: $N_2 = 65$.

Avînd stabilit numărul de măsurări necesare, se poate trece la realizarea de către observator a șirului cronometric complet care poate cuprinde și observările preliminare. Pentru realizarea observărilor se va folosi fișa cronometrică prezentată anterior. Pe această fișă observatorul

are obligația să evidențieze eventualele abateri față de condițiile normale fie din vina lui fie din vina executantului, pentru ca observările necorespunzătoare să poată fi eliminate. De altfel, pe parcursul efectuării măsurărilor, observatorul poate decide reducerea numărului de cronometrări în cazul în care abaterile sînt foarte mici de-a lungul șirului cronometric. Numărul de cronometrări nu poate scădea însă sub 20 pentru procesele manual-mecanice și sub 30 pentru cele manuale.

Prelucrarea datelor șirului cronometric pentru același element al procesului de producție se poate referi la un singur schimb sau la întreaga perioadă cronometrată. Evident, calitatea măsurătorilor va depinde de numărul de observări și se reflectă în diferența dintre valoarea maximă și minimă a șirului cronometric denumită și cîmpul de toleranță sau dispersia valorilor și se exprimă prin coeficientul c_s de stabilitate al șirului:

$$c_s = \frac{x_{i\,max}}{x_{i\,min}}. \qquad (3.12)$$

Ideal ar fi ca acest coeficient să fie egal cu 1, sau cît mai aproape de 1, pentru ca șirul cronometric să fie considerat stabil, dar, întrucît în realitate este mai mare decît 1, se urmărește realizarea condiției

$$c_s < c_{sa}, \text{ unde} \qquad (3.13)$$

c_s este coeficientul de stabilitate admisibil, care se stabilește în funcție de caracterul muncii și de tipul producției, pentru operația măsurată.

Tabelul 3.3. **Coeficientul de stabilitate admisibil în funcție de caracterul muncii și de tipul producției**

Caracterul muncii	Coeficientul de stabilitate admisibil al șirului cronometric (c_{sa}), pentru o producția de:		
	Masă sau serie mare	Serie mijlocie	Serie mică sau unicate
Manual — mecanic	1,2	1,3	1,4
Manual	1,3	1,4	1,5

În cazul în care relația (3.13) nu este respectată se pot exclude din șir una sau mai multe dintre valorile extreme ale acestuia (maximă, minimă sau ambele) și anume cele care au un grad mai mic de repetare, astfel ca histograma de distribuție a valorilor șirului să fie simetrică și nu alungită spre valoarea maximă sau minimă. Sirurile cronometrice cu două maxime ale histogramei dovedesc o calitate necorespunzătoare a șirului.

La eliminarea valorilor extreme se vor prefera cele care au un grad mai mic de repetabilitate și se va avea în vedere ca numărul valorilor eliminate să nu depășească 1/3 din numărul valorilor inițiale.

După eliminarea a mai mult de 1/3 din numărul de valori din șir, se impune o nouă măsurare, întrucît prima măsurătoare s-a dovedit a fi necorespunzătoare.

Eliminarea valorilor din șir se poate face la întîmplare prin apreciere, dar se poate face și pe bază de calcule plecînd de la valoarea medie inițială a șirului cronometric și ținînd seama de coeficientul de stabilitate admisibil pe care trebuie să-l realizeze șirul. Se stabilesc, de asemenea, coeficienții de abatere maximă (x_{max}) și minimă (x_{min}) față de valoarea medie inițială a șirului cronometric. Cu ajutorul acestor coeficienți se pot stabili limitele minime ($x'_{i\,min}$) și maxime ($x'_{i\,max}$) ale șirului cronometric ameliorat, adică limitele cîmpului de toleranță care permit ca șirul cronometric astfel ameliorat să se încadreze în coeficientul de stabilitate admisibil, adică :

$$c_{sa} = \frac{x'_{max}}{x'_{min}}, \text{ unde} \qquad (3.14)$$

$$x'_{max} = \bar{x} \cdot x_{max} \text{ și } x'_{min} = \bar{x} \cdot x_{min}. \qquad (3.15)$$

Înlocuind în relația (3.14) mărimile (3.15) rezultă :

$$c_{sa} = \frac{\bar{x} \cdot x_{max}}{\bar{x} \cdot x_{min}} = \frac{x_{max}}{x_{min}}. \qquad (3.15')$$

Întrucît se urmărește ca histograma de distribuție a valorilor șirului cronometric să reprezinte o distribuție normală a elementului observat și întrucît valoarea medie se determină cu media aritmetică a valorilor din șir, atunci

$$x_{max} + x_{min} = 2. \qquad (3.16)$$

Rezolvînd sistemul de două ecuații (3.15') și (3.16) se vor putea determina valorile x_{max} și x_{min} :

$$x_{max} = \frac{2c_{sa}}{1+c_{sa}}; \qquad (3.17)$$

$$x_{min} = \frac{2}{1+c_{sa}}. \qquad (3.18)$$

Plecînd de la aceste valori se pot determina elementele minime și maxime ale șirului ameliorat :

$$x'_{max} = \bar{x}\,\frac{2c_{sa}}{1+c_{sa}}; \qquad (3.19)$$

$$x'_{min} = \bar{x}\,\frac{2}{1+c_{sa}}. \qquad (3.20)$$

Valorile cuprinse între x'_{min} și x'_{max} nu trebuie să fie mai mici de 2/3 din valorile inițiale ale șirului cronometric, pentru ca acesta să fie concludent și să nu mai trebuiască a fi refăcut.

În continuare, prelucrarea rezultatelor observate constă în determinarea valorii medii a fiecărei măsurări pentru diferitele elemente ale operației. Se determină deci media aritmetică a tuturor măsurărilor șirului cronometric ameliorat :

$$\bar{x}' = \frac{\Sigma x'_i}{n'} \tag{3.21}$$

x'_i fiind valorile șirului cronometric ameliorat iar
n' — numărul de măsurători rămase în șirul cronometric ameliorat.

Aplicație. La efectuarea unei cronometrări pentru determinarea timpului ajutător pentru prinderea și scoaterea pieselor la un strung universal cu prelucrare din bară pentru lungimi de bară de pînă la 2 000 mm și diametrul de 60 mm, la o lungime de scoatere a barei de 250 mm, ar putea rezulta un șir cronometric format din următoarele 78 de valori : 20,9 ; 20,1 ; 17 ; 23,9 ; 16,3 ; 21 ; 22 ; 23,1 ; 14,2 ; 20,2 ; 29,7 ; 21, 23,5 ; 25,3 ; 20,7 ; 21,2 ; 22,5 ; 23,8 ; 25,6 ; 20,4 ; 21 ; 25,1 ; 21,9 ; 27,2 ; 21,6 ; 22,4 ; 29,3 ; 21,6 ; 15,9 ; 21,6 ; 24,2 ; 30 ; 18,8 ; 21,5 ; 24,3 ; 20,5 ; 18,10 ; 24,4 ; 21,7 ; 31,2 ; 21,8 ; 32,2 ; 22,3 ; 15,5 ; 22,7 ; 18,8 ; 18,6 ; 21,4 ; 22,9 ; 23,4 ; 23,1 ; 16,6 ; 18,3 ; 18,9 ; 20,3 ; 22,3 ; 16,7 ; 17,2 ; 24,4 ; 20,6 ; 19,1 ; 18,8 ; 22,7 ; 22,5 ; 20,8 ; 22,4 ; 22,1 ; 22,9 ; 16,5 ; 21,3 ; 21,2 ; 20,5 ; 19,3 ; 19,0 ; 19,2 ; 18,9 ; 22,1 ; 22,5.

Coeficientul de stabilitate al acestui șir este $c_s = \frac{32,2}{14,2} \approx 2,2676$.

Deoarece coeficientul respectiv este mai mare decît cel admisibil, trebuie eliminate valorile care depășesc pe cele limită admisibile. Valorile limită ale șirului stabilit se determină astfel :

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{1672,4}{78} = 21,44 \approx 21,5 ;$$

$$x'_{max} = \bar{x}\frac{2c_{sa}}{1+c_{sa}} = 21,5 \cdot \frac{2 \cdot 1,3}{1+1,3} = 24,295 \approx 24,3 ;$$

$$x'_{min} = \bar{x} \cdot \frac{2}{1+c_{sa}} = 21,5 \cdot \frac{2}{1+1,3} = 18,6835 \approx 18,7.$$

Pentru prelucrarea barelor pe strungul universal, s-a considerat că activitatea este manual-mecanică pentru producția de serie mijlocie.

Eliminînd valorile din afara intervalului x'_{max} și x'_{min}, rezultă că urmează a fi luate în considerare la calculul mediei șirului numai observările: 20,9 ; 20,1 ; 23,9 ; 21,0 ; 22,0 ; 23,1 ; 20,2 ; 21,0 ; 23,5 ; 20,7 ; 21,2 ; 22,5 ; 23,2 ; 20,4 ; 21,0 ; 21,9 ; 21,6 ; 22,4 ; 21,6 ; 15,9 ; 21,6 ; 24,2 ; 18,8 ; 21,5 ; 24,3 ; 20,5 ; 21,7 ; 21,8 ; 22,3 ; 22,7 ; 18,8 ; 21,4 ; 22,9 ; 23,4 ; 23,1 ; 18,9 ; 20,3 ; 22,3 ; 20,6 ; 19,1 ; 18,8 ; 22,7 ; 22,5 ; 20,8 ; 22,4 ; 22,1 ; 22,9 ; 21,3 ; 21,2 ; 20,5 ; 19,3 ; 19,0 ; 19,2 ; 18,9 ; 22,1 ; 22,5.

Media șirului ameliorat va fi $\bar{x}' = \frac{\Sigma x'_i}{n'} = \frac{1183,0}{56} = 21,1250$.

Determinarea dispersiei admisibile (a cîmpului de toleranță) se poate face și printr-o altă metodă care se bazează pe calculul abaterii medii pătratice.

Abaterea medie pătratică a șirului (6) se determină cu ajutorul relației

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\Sigma(x_i-\bar{x})^2}{n}}. \qquad (3.22)$$

Considerînd abaterea medie pătratică ca element al determinării cîmpului de toleranță al șirului cronometric, se calculează valoarea maximă $x'_{max} = \bar{x} + \sigma$ și valoarea minimă $x'_{min} = \bar{x} - \sigma$.

Abaterea medie pătratică rezultă înlocuind datele din tabelul 3.4:

$$\sigma = \sqrt{\frac{910,82}{78}} = \sqrt{11,67} = 3,4.$$

Cîmpul de toleranță în acest caz rezultă:

$x'_{max} = 21,5 + 3,40 = 24,9$ s; $x'_{min} = 21,5 - 3.4 = 18,1$s.

Rezultă că din șirul de mai înainte vor trebui eliminate valorile care se găsesc în afara acestui interval. Vom obține în acest fel un șir asemănător cu cel stabilit prin metoda precedentă iar valoarea medie a șirului ameliorat va fi aproximativ aceeași.

Tabelul 3.4. **Calculul abaterii medici pătratice**

i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$	i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$	i	x_i	$(x_i-\bar{x})$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	20,9	−0,6	0,36	28	21,6	+ 0,1	0,01	55	22,3	− 0,8	0,64
2	20,1	−1,4	1,96	29	15,9	− 5,6	31,36	56	16,7	− 4,8	23,04
3	17,0	−4,5	20,25	30	21,6	− 0,1	0,01	57	17,2	− 4,3	18,49
4	23,9	+2,4	5,76	31	24,2	+ 2,7	7,29	58	24,4	+ 2,9	8,41
5	16,3	−5,2	27,04	32	30,0	+ 8,5	70,56	59	20,6	− 0,9	0,81
6	21,0	−0,5	0,25	33	18,8	− 2,3	7,29	60	19,1	− 2,4	5,76
7	22,0	+0,5	0,25	34	24,3	+ 2,8	7,84	61	18,8	− 2,7	7,29
8	23,1	+1,6	2,56	35	20,5	− 1,0	1,00	62	22,7	+ 1,2	1,44
9	14,2	−7,3	53,29	36	18,1	− 3,4	11,56	63	22,5	+ 1,0	1,00
10	20,2	−1,3	1,69	37	24,4	+ 2,9	8,41	64	20,8	− 0,7	0,49
11	29,7	+8,2	67,2	38	21,7	+ 0,2	0,04	65	22,4	+ 0,9	0,81
12	21,0	−0,5	0,25	39	31,2	+ 9,7	94,9	66	22,1	+ 0,6	0,36
13	23,5	+2,5	6,25	40	21,8	+ 0,3	0,09	67	22,9	+ 1,4	1,96
14	25,3	+3,8	14,44	41	32,2	+10,7	114,49	68	16,5	− 5,0	25,00
15	20,7	−0,8	0,64	42	22,3	+ 0,8	0,64	69	21,3	− 0,2	0,04
16	21,2	−0,3	0,9	43	15,5	− 6,0	36,00	70	21,2	− 0,3	0,09
17	22,5	+1,0	1,00	44	22,7	+ 1,2	1,44	71	20,5	− 1,0	1,00
18	23,2	+1,7	2,89	45	18,8	− 2,7	7,29	72	19,3	− 2,2	4,84
19	25,6	+4,1	16,81	46	18,6	− 2,9	8,41	73	19,0	− 2,5	6,25
20	20,4	−1,1	1,21	47	21,4	− 0,1	0,01	74	19,2	− 2,3	5,29
21	21,0	−0,5	0,25	48	22,0	+ 1,4	1,96	75	18,9	− 2,6	6,76
22	25,1	+3,6	12,96	49	23,4	+ 1,9	3,61	76	22,1	− 0,6	0,36
23	21,9	+0,4	0,16	50	23,1	+ 1,6	2,56	77	21,5	0	0
24	27,2	+5,7	32,49	51	16,6	− 4,9	24,01	78	22,5	+1,00	1,00
25	21,6	+0,1	0,01	52	18,3	− 3,2	10,24				
26	22,4	+0,9	0,81	53	18,9	− 2,6	6,76				
27	29,3	+7,8	60,84	54	20,3	− 1,2	1,44				
									TOTAL	1 672,4	910,82

c. **Cronometrarea cu evaluarea ritmului.** S-a observat la cronometrarea fără evaluarea ritmului dificultatea alegerii în practică a executantului ce urmează a fi cronometrat, întrucît în procesul de producție operațiile

manuale şi manual-mecanice sau elemente ale acestora se realizează mai repede sau mai încet, în funcţie de viteza şi precizia mişcărilor sau, altfel spus, în funcţie de ritmul de muncă. Ritmul de muncă (este caracterizat prin viteza de execuţie şi este invers proporţional cu timpul de realizare a operaţiei) diferă nu numai de la un executant la altul, ci şi pentru acelaşi executant, în funcţie de starea psihică şi fiziologică, de ziua şi ora la care se efectuează măsurarea.

În funcţie de viteza de execuţie, executanţii se pot considera ca fiind rapizi, medii sau lenţi.

Ritmul de referinţă este un ritm convenţional ales în funcţie de metodele de fundamentare utilizate. În ţara noastră, ca ritm de referinţă este considerat ritmul obţinut de un executant cu calificare corespunzătoare lucrărilor realizate şi cu însuşiri fizice şi psihice normale, lucrînd în condiţii de muncă date, fără pierderi de timp, care efectuează mişcările cu precizie şi fără ezitare, respectă metoda de muncă stabilită şi asigură calitatea prescrisă a producţiei de-a lungul întregului schimb sau pentru o perioadă mai îndelungată de timp.

În literatura de specialitate pentru aprecierea ritmului se folosesc mai multe scări de evaluare, prin evaluarea ritmului înţelegîndu-se operaţia mentală prin care observatorul estimează ritmul de muncă al executantului prin compararea acestuia cu ritmul de referinţă pentru care normatorul are deja o reprezentare.

În ţara noastră se consideră ca ritm mediu, normal, ritmul realizat de un executant care, avînd un pas de 75 cm, se mişcă pe o suprafaţă orizontală netedă, fără încărcătură, la temperatura normală (18°C), umiditate normală şi cu o viteză de deplasare de 6,4 km/oră. Dezavantajul acestui etalon este că se poate aplica numai pentru activitatea de marş, fiind mai puţin reprezentativ pentru lucrările industriale care se realizează la bancurile de lucru, la mese, depinzînd de precizia şi îndemînarea muncitorului.

Un alt etalon pentru ritmul mediu este deplasarea cu 15 cm faţă de poziţia iniţială a unui set de 10 creioane aşezate paralel unul faţă de altul la o distanţă de 12 cm în timp de 11 sec. Evaluarea ritmului presupune o pregătire continuă şi riguroasă din punct de vedere profesional şi aptitudini specifice din partea cronometrului ca şi o practică îndelungată în specialitate. Este dificil de dat reguli precise asupra modului de evaluare a ritmului.

În practică, evaluarea ritmului trebuie realizată în mod corect pentru fiecare citire a cronometrului şi pentru fiecare operaţie sau element de timp, avînd durata cuprinsă între 3 şi 30 s. Mai întîi se înregistrează valoarea ritmului apreciat şi abia după aceea se măsoară timpul pentru a nu fi influenţat observatorul în evaluarea ritmului, de rezultatele înregistrate prin cronometrare. Pentru elementele de timp care depăşesc 30 s, sau sînt mai mici de 3 s, evaluarea este mai dificilă, putînd conduce la erori. Din această cauză se impune descompunerea corespunzătoare a operaţiilor de timp.

Evaluarea ritmului se practică îndeosebi la metodele de măsurare cu ajutorul cărora se înregistrează elementele ciclice ale procesului de muncă.

Cronometrarea cu evaluarea ritmului prezintă următoarele avantaje :

— elimină o parte din erorile de măsurare pentru elaborarea unor norme de muncă ştiinţifice, este mult mai obiectivă decît metoda simplă de cronometrare, elimină dificultatea de a găsi un executant care să lucreze cu ritm mediu ; ritmul mediu este întipărit prin exerciţii şi antrenament în memoria observatorului ;

— conduce la norme de muncă echilibrate, abaterea fiind de $\pm$ 5% ;

— necesită un volum de muncă mult mai scăzut pentru o aceeaşi precizie, atît pentru culegerea datelor cît şi pentru prelucrarea acestora. Sînt cazuri cînd pentru stabilirea unei norme este de ajuns să se realizeze 20 de măsurători.

Ca dezavantaje ale metodei trebuie menţionată mai întîi dotarea necesară cu aparate de proiecţie, filme, cu ritmuri etalon pentru antrenament, care trebuie efectuat de circa 2 ori pe un ; aplicarea metodei în mod corect depinde într-o măsură mai mare de gradul de pregătire profesională a observatorului.

Modul de execuţie a operaţiei, precizia mişcărilor şi viteza de execuţie a operaţiei, sînt trei factori importanţi de care trebuie să se ţină seama la realizarea cronometrării cu evaluarea ritmului.

Modul de execuţie a operaţiei trebuie stabilit definitiv înaintea cronometrării, în condiţiile în care metoda de muncă a fost stabilizată. La cronometrarea repetată a unei operaţii nu trebuie să existe modificări în metoda de muncă. Înregistrarea timpului se realizează cu atît mai precis cu cît metoda de muncă este mai respectată.

În condiţiile în care metoda nu este suficient de bine însuşită, muncitorul neavînd toate deprinderile necesare acumulate, vor exista variaţii mari în timpul de muncă.

Pentru realizarea cronometrării cu evaluarea ritmului, observatorul trebuie să parcurgă următoarele etape : să observe ritmul de lucru şi să-l înregistreze ; să cronometreze şi să înscrie timpii ; să transcrie datele în fişele de cronometrare ; să calculeze timpul reevaluat.

Referitor la observarea ritmului de lucru, din literatura de specialitate se cunosc mai multe metode de evaluare a acestuia : metoda evaluării directe a ritmului de muncă ; metoda evaluării ritmului de muncă prin factorii săi ; metoda evaluării ritmului de muncă prin compararea timpilor de execuţie, cu normativele de timp pe mişcări MTM.

Metode de prelucrare a datelor rezultate din măsurători. Pentru prelucrarea datelor rezultate din măsurători, se folosesc metode analitice şi grafice. Cele mai cunoscute metode din literatură, sînt :

1 — metoda analitică ;
2 — metoda graficului cu scări logaritmice ;
3 — metoda graficului cu scări uniforme ;
4 — metoda grafico-analitică.

Metoda analitică de calcul are ca punct de plecare relaţia care leagă timpul de ritm :

$$\text{Timpul (T)} \times \text{ritmul (R)} = \text{constant} \qquad (3.23)$$

Această relaţie este adevărată numai din punct de vedere teoretic, pentru că în practică se întîlnesc erori de înregistrare a timpului, erori de

evaluare a ritmului și variația a însăși conținutului pentru același element de la un ciclu la altul, care conduc la nesatifacerea relației. Pentru a nu ascunde în mod artificial aceste erori care apar în timpul observării, este indicat ca ritmul să se înregistreze înaintea citirii timpului și să se respecte cerința cu privire la numărul minim de măsurători. Plecînd de la relația (3.23), se poate scrie :

$$T_0R_0 = T_1R_1 = T_2R_2 = \ldots T_nR_n \ldots T_FR_F = \text{constant unde :} \qquad (3.24)$$

$R_1, R_2, \ldots, R_n$ sînt ritmurile evaluate (observate) ;
$T_1, T_2, \ldots, T_n$ — timpii măsurați ;
R_E — ritmul normal, etalon (100) ;
T_E — timpul corespunzător ritmului normal (timpul reevaluat).

Din relația (3.24) se poate stabili expresia fundamentală pentru calculul ritmului normal :

$$T_E = T_i \frac{R_i}{R_E}. \qquad (3.25)$$

Pentru exemplificarea metodei analitice de calcul, din măsurarea unui element de timp (o operație), rezultă că durata este de 25 s iar ritmul de muncă al executantului este de 90.

În acest caz, timpul corespunzător ritmului normal (100), va fi :

$$T_E = 25 \frac{90}{100} = 22{,}5 \text{ s.}$$

Într-un tabel se pot înscrie toate datele necesare preluate din fișa de cronometrare, în vederea calculării timpului mediu corespunzător.

Tabelul 3.5. **Calculul timpului corespunzător normat**

Nr. crt.	R_i	T_i	$T_i \frac{R_i}{100}$	Nr. crt.	R_i	T_i	$T_i \frac{R_i}{100}$	Nr. crt.	R_i	T_i	$T_i \frac{R_i}{100}$
1	95	21	19,95	10	95	22	20,90	19	100	21	21,00
2	100	22	22,00	11	100	23	23,00	20	95	23	21,85
3	90	25	22,50	12	95	21	19,95	21	100	22	22,00
4	100	21	21,00	13	90	25	22,50	22	100	21	21,00
5	105	19	19,95	14	95	24	22,80	23	90	24	21,60
6	95	22	20,90	15	100	23	23,00	24	95	22	20,90
7	85	26	22,10	16	110	18	19,80	25	100	20	20,00
8	95	23	21,85	17	105	20	21,00				
9	105	20	21,00	18	95	22	20,90				

$$\Sigma T_i \frac{R_i}{100} = 533{,}45$$

În tabelul 3,5 sînt calculați pentru fiecare observare separat, timpii corespunzători ritmului normal și se determină media aritmetică a valorii

rezultate. Această medie reprezintă tocmai timpul mediu corespunzător normat şi se determină cu relaţia

$$T_E = \frac{\Sigma T_i \frac{R_i}{100}}{m}, \qquad (3.26)$$

în care m este numărul de măsurători.

În conformitate cu datele din tabelul 3.5 rezultă $T_E = \frac{533,45}{25} = 21,34$.

Dezavantajul acestei metode este că nu permite o verificare a corectitudinii evaluării ritmului. În cazul în care acesta a fost stabilit corect, asigură o bună precizie a prelucrării.

Pentru şirul cronometric obţinut cu timpii corespunzători ritmului normal, se calculează coeficientul de stabilitate al şirului (raportul dintre valoarea maximă şi cea miimă : $C_s = 23,0/19,8 = 1,16$).' În cazul cînd se depăşeşte coeficientul de stabilitate admisibil 1,2 şirul se anulează.

Metoda graficului cu scări logaritmice se foloseşte pentru determinarea timpului normat utilizînd formulare specifice, ca cel din fig. 3.2, în care,

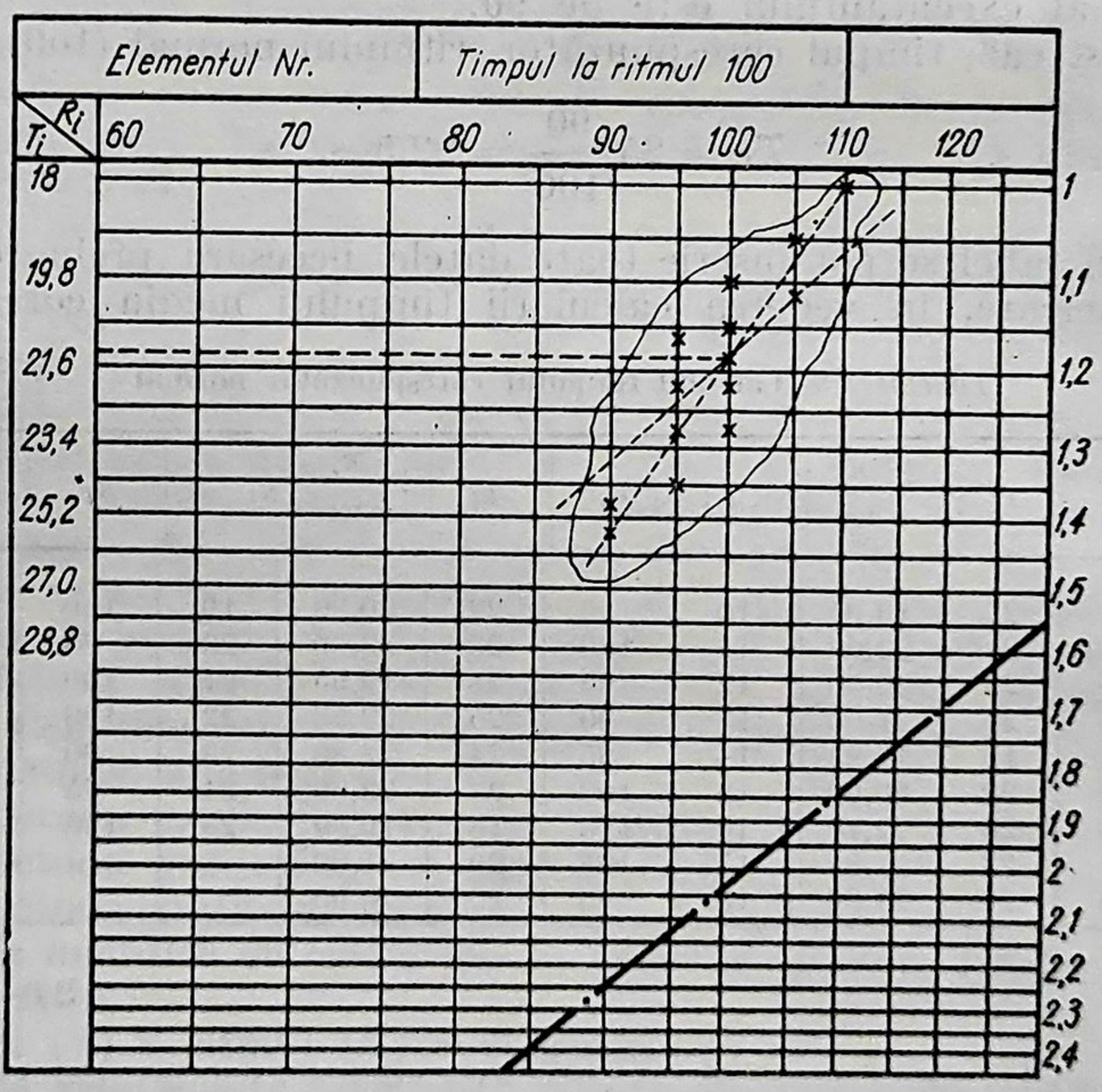


Fig. 3.2. Graficul cu scări logaritmice pentru stabilirea rezultatelor cronometrării cu evaluarea ritmului.

pe axa absciselor se reprezintă în scară logaritmică numai valorile cele mai uzuale ale ritmului măsurat R_i de obicei în intervalul 60—130 realizîndu-se prin aceasta atît uşurinţă la utilizare cît şi economie de hîrtie, iar pe axa ordonatelor de obicei, de la origine în jos este reprezentată scara timpului T_i, începînd cu valorile logaritmice 1 ; 1,1 : 1,2 pînă la 2,4.

Pentru calculul timpului normal se procedează astfel : din fişa cronometrică (tabelul 3.5), se extrag valorile maxime şi minime ale şirului şi anume 26 şi 18. În dreptul valorii 1 de pe scara logaritmică a timpului, pe ordonată se înregistrează timpul 18 care reprezintă cea mai mică valoare a şirului. Această valoare se înmulţeşte apoi succesiv cu fiecare gradaţie a scării logaritmice pînă se obţine valoarea maximă a şirului 28 sau o mărime apropiată de aceasta. Rezultatele obţinute se trec sucesiv în dreptul gradaţiilor respective. Din înmulţiri rezultă valorile : 18 ; 19,8 ; 21,6 ; 23,4 ; 25,2 ; 27,0 ; 28,8.

Avînd graficul astfel constituit, se execută următoarele operaţii :

— se marchează prin steluţe toate punctele de intersecţie ale valorilor de timp măsurate şi ritmurile evaluate corespunzător acestora ;

— se încercuieşte zona în care se află notate puntele de intersecţie înregistrate (se trasează norul punctelor) ;

— se trasează axa norului, o dreaptă ce trece de-a lungul norului prin centrul său de greutate ; în cazul unei evaluări corecte această axă trebuie să fie paralelă cu un segment de dreaptă care se află deja trasat pe grafic ;

— se coboară o verticală de la ritmul egal cu 100 pînă la intersecţia acesteia cu axa norului ; din punctul de intersecţie se trasează o orizontală la stînga pînă în dreptul scării timpului, unde se citeşte timpul normal, care este în cazul exemplificat 22 s.

Această metodă asigură o evaluare mai rapidă a timpului normat fără o prelucrare a datelor prin calcule aritmetice şi permite în acelaşi timp o apreciere a corectitudinii măsurătorilor prin compararea axei norului cu axa de referinţă.

Metoda graficului cu scări uniforme mai este denumită şi metoda graficului milimetric.

Graficul cu scări uniforme are trei grupe de coloane. În prima coloană, corespunzătoare timpului observat, se înscriu în ordine crescîndă timpii înregistraţi prin cronometrare. În a doua coloană se notează frecvenţa cazurilor pentru fiecare timp observat prin trasarea unei bare verticale pentru fiecare caz ce se repetă, avînd aceeaşi valoare de timp. În a treia coloană sînt înscrise ritmurile cele mai frecvent întîlnite, de obicei în intervalul 65—135. Şi în această coloană se înregistrează prin bare verticale frecvenţa ritmurilor evaluate pentru fiecare mărime a timpului observat.

Acest grafic permite verificarea corectitudinii observărilor atît în ceea ce priveşte ritmul cît şi timpul înregistrat. Pentru ca măsurarea să

fie considerată corectă, timpul trebuie să aibă o distribuție normală (fig. 3.3), adică numărul de măsurători să crească pe măsură ce se apropie de valoarea timpului cu frecvența cea mai mare, în cazul dat 22 s.

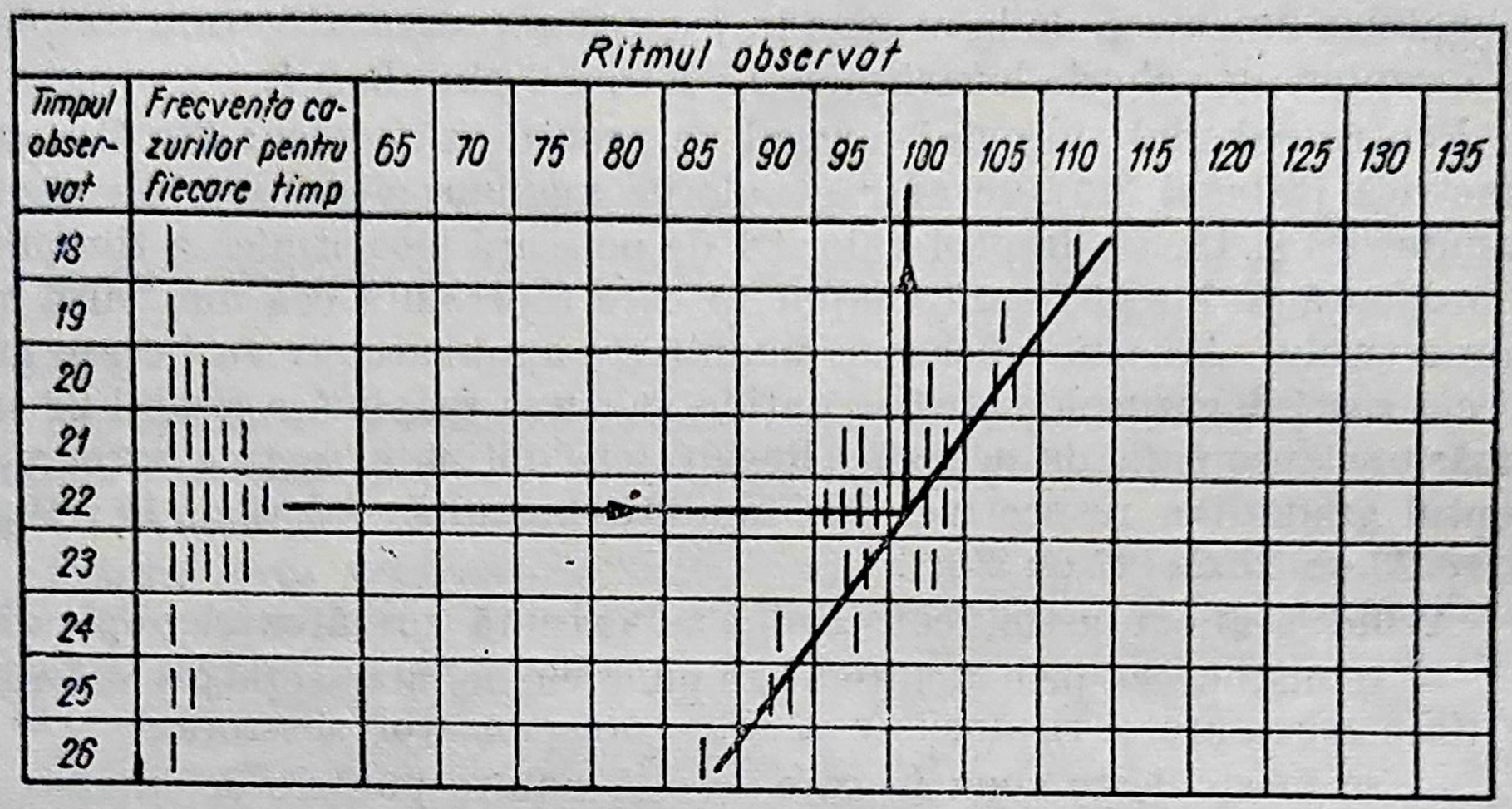


Fig. 3.3. Graficul cu scări uniforme pentru stabilirea rezultatelor cronometrării cu evaluarea ritmului.

Verificarea înregistrării ritmurilor evaluate se face observînd care este concentrarea barelor în jurul unei drepte. În cazul în care punctele obținute pe grafic nu se concentrează ci sînt răspîndite, înseamnă că observările trebuie refăcute.

Și în acest caz, pentru determinarea timpului și ritmului corespunzător se trasează norul punctelor și axa norului de puncte între valoarea maximă și minimă a ritmurilor observate. Se trasează apoi un segment de dreaptă orizontală de la timpul cu frecvența cea mai mare, pînă întîlnește axa norului. Din punctul de intersecție cu axa norului, se ridică o verticală care permite citirea ritmului corespunzător timpului, în cazul dat 100. Rezultă astfel că timpul de 22 s și ritmul 100 sînt valorile medii constante pentru muncitorul care a executat operația analizată.

Întrucît în cazul menționat ritmul rezultat din grafic a fost 100, timpul normat este de 22 s. În practică pot apărea însă trei situații diferite și anume : timpul rezultat are ritmul <100 ; timpul rezultat are ritmul egal cu 100 și timpul rezultat corespunde unui ritm >100.

Pentru primul și ultimul caz, cînd ritmul rezultat diferă de ritmul 100, se va aplica relația (3.25) pentru stabilirea timpului normal.

În cazul în care se obține aceeași frecvență pentru două valori de timp apropiate, ca de exemplu pentru 21 și 22 s, ca urmare a faptului că de obicei se măsoară cu cronometrul în secunde și nu în fracțiuni de secundă, pentru prelucrarea datelor se ia ca timp valoarea medie, adică 21,5 s, urmînd ca din acest punct să se traseze orizontala pe baza căreia să se stabilească ritmul mediu. Restul prelucrării decurge în mod similar.

Această metodă permite o bună apreciere asupra calității observărilor, dar are o anumită imprecizie la prelucrare.

Metoda grafo-analitică permite față de metoda cu scări uniforme o precizie mai mare a prelucrării datelor înregistrate și folosește același formular. Transcrierea datelor în grafic se face de asemenea ca la metoda precedentă.

La această metodă se calculează în plus pentru fiecare ritm numărul total de cazuri precum și timpul mediu ponderat respectiv. Se calculează de asemenea, pe baza relațiilor cunoscute, timpul mediu iar pe baza timpului mediu și a timpului corespunzător se stabilesc diferite valori ale constantei care stau la baza obținerii unei constante medii, care, prin raportarea la ritmul de referință 100, conduce la obținerea timpului mediu. După cum se observă, această metodă prezintă o mai mare precizie ca urmare a faptului că înlătură necesitatea trasării axei norului, permițînd realizarea aceloraşi verificări ca și în cazul graficului cu scări uniforme.

Pentru exemplificarea calculelor se folosește același șir cronometric, în cadrul fig. 3.4.

Timp observat	Nr. total de cazuri pe fiecare timp \ Ritmul observat	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
18	I											I				
19	I										I					
20	III									I	II					
21	IIIII								II	III						
22	IIIIIII								IIII	II						
23	IIII								II	II						
24	II							I	I							
25	II							II								
26	I						I									
		Frecvența ritmului					I	III	IIII IIIII	IIII IIIII	III	I				
		Timpul mediu					26	24,66	22,22	21,63	19,66	18				
		Constanta					2210	2219,4	2109	2162	2058	1980				
		Constanta medie = 2123,26 Timpul = 21,23														

Fig. 3.4. Metoda grafo-analitică pentru stabilirea rezultatelor cronometrării cu evaluarea ritmului.

Rezultatele din grafic s-au stabilit după cum urmează.

Timpul mediu corespunzător ritmului 90 va fi pentru cele trei cazuri $T_{90} = \frac{(1 \cdot 24) + (2 \cdot 25)}{3} = 24{,}62$ s, iar constanta corespunzătoare ritmului 90 va fi 2219,4. Procedîndu-se în mod similar pentru fiecare ritm, se vor obține 6 constante a căror valoare medie va fi: $\bar{C} = \frac{C_{85} + C_{90} + C_{95} + C_{100} + C_{105} + C_{110}}{6} = \frac{2210 + 2219{,}4 + 2109 + 2162 + 2058 + 1980}{6} = \frac{12739{,}4}{6} = 2123{,}26.$

Înlocuind constanta medie $\bar{C}$ în relația (3.23), se obține $T \cdot R = \bar{C}$, de unde rezultă $T = \frac{\bar{C}}{R} = 2123{,}26/100 = 21{,}23$ s.

3.3.1.2. **Fotografierea.** Fotografierea timpului de muncă și a timpului de folosire a utilajului este o metodă de măsurare și înregistrare continuă a duratei tuturor elementelor unui proces de muncă, a întreruperilor acestuia și a timpului de folosire a utilajului în cursul desfășurării procesului de producție.

Scopul fotografierii timpului de muncă și a celui de folosire a utilajului este:

— perfecționarea organizării muncii prin înlăturarea pierderilor de timp de muncă și de nefolosire a utilajului;

— stabilirea unor elemente ale normei de timp cum ar fi timpii de pregătire-încheiere, de deservire a locului de muncă, de întreruperi reglementate, adică a timpilor care nu se repetă cu fiecare unitate de produs; În cazul muncii care se repetă în mod neuniform sau cu elemente care au durate mari — complexe de mînuiri sau chiar operații, și se lucrează în regie sau, chiar, în acord, iar durata timpilor observați variază în limite foarte largi, fotografierea poate fi utilizată și pentru stabilirea timpului operativ;

— stabilirea normelor de deservire și a normelor de personal;

— cercetarea gradului de ocupare a muncitorului, de-a lungul zilei de lucru și pe total schimb, și a gradului de utilizare extensivă a utilajelor;

— cercetarea și extinderea experienței înaintate a executanților, cu realizări deosebite în producție, prin aceasta fotografierea putînd fi utilizată la perfecționarea organizării producției și a muncii.

După numărul executanților sau al utilajelor luate în observare, fotografierea timpului de muncă al executantului și a timpului de folosire a utilajelor poate fi individuală sau colectivă.

Fotografierea individuală cuprinde în observare activitatea unui singur executant care deservește unul sau mai multe locuri de muncă sau utilaje. În acest caz observatorul își concentrează toată atenția asupra studierii muncii executantului sau a funcționării utilajului respectiv, astfel că

studiul consumului de timp poate fi realizat cu precizia cea mai mare şi cît mai complet. Pentru simplificare, în continuare se va prezenta numai cazul fotografierii timpului de muncă al executantului, întrucît celelalte cazuri sînt similare.

Fotografierea colectivă sau de grup se efectuează simultan asupra unui executant colectiv care are în sarcina sa unul sau mai multe locuri de muncă. Executanţii pot fi, sau nu, legaţi între ei prin procesul de producţie. De regulă, fotografierea trebuie să cuprindă un schimb întreg de muncă, dar ea se poate întinde şi pe durata mai multor schimburi. Se recomandă mai puţin fotografierea parţială a unui schimb.

Pentru realizarea observării, cel care efectuează fotografierea se va prezenta cu circa un sfert de oră înainte de începerea schimbului şi va rămîne un timp după terminarea acestuia, pentru a putea constata sosirile mai devreme sau mai tîrziu de ora începerii programului, ca şi plecările.

Pe parcursul realizării observărilor, executanţii nu vor fi stînjeniţi cu întrebări, observaţii sau sugestii, astfel încît procesul de muncă să se desfăşoare normal, eventualele modificări ale acestuia fiind menţionate cu claritate în fişa de observare.

Fişele de observare trebuie să cuprindă date în legătură cu muncitorul, sau muncitorii cercetaţi, cu activităţile desfăşurate de aceştia în condiţiile de producţie existente şi cu dotarea tehnică a locurilor de muncă. Astfel, pentru prezentarea executanţilor, fişele vor cuprinde numele, marca, specialitatea, încadrarea tarifară, meseria, vîrsta, vechimea în meserie şi vechimea în specialitate, vechimea în întreprindere.

În legătură cu operaţia sau lucrarea efectuată, se vor nota piesele şi cantităţile comandate şi executate şi materialele folosite. Pentru dotarea tehnică a locului de muncă se va nota denumirea utilajului folosit, caracteristicile tehnice principale, turaţia, presiunea de regim, sculele şi dispozitivele folosite, gradul de uzură a utilajului etc. Precizarea condiţiilor de lucru are în vedere modalităţile de aprovizionare cu materiale, lubrifianţi, scule, amplasarea utilajului şi a muncitorilor, graficul de deservire a utilajului, condiţiile igieno-sanitare, condiţiile de mediu etc. Precizarea acestor condiţii este necesară pentru a se putea determina măsurile ce trebuie fundamente pentru îmbunătăţirea acestor condiţii, ca şi stabilirea influenţei diferiţilor factori organizatorici sau de mediu asupra consumului de timp de muncă.

În cazul fotografierii individuale, se completează fişa de observare (tabelul 3.6) a locului de muncă. În această fişă se notează momentele de început şi de sfîrşit ale fiecărei categorii de timp, care este înregistrată separat, ori de cîte ori apare. Momentul de terminare a unei categorii de timp coincide cu momentul de începere a alteia.

Pentru ca rezultatele observărilor să fie concludente, în cazul în care sînt folosite pentru determinarea timpului operativ, numărul minim de măsurători pentru elementul observat trebuie să corespundă tabelului 3.7. În literatura de specialitate se recomandă valoarea 1,3 pentru coeficientul de stabilitate în cazul prelucrării unui şir cronometric provenit dintr-o activitate manual-mecanică şi 1,4 — pentru activităţile manuale.

Tabelul 3.6. **Fișă de observare pentru fotografierea individuală a timpului de muncă**

Întreprinderea mecanică nr. 10 Secția prelucrări mecanice Atelierul: 15 Schimbul: 1	Fișa de observație nr. 1 Fotografiere individuală a timpului de muncă	Operația: strunjire ax turbină Categoria de încadrare a lucrării: V Categoria de încadrare a muncitorului: V

Scopul observării: elaborarea de normative de timp
Numele muncitorului: S. Gh., marca 3112.
Meseria, specialitatea sau funcția: strungar
Vîrsta: 35 ani; vechimea în meserie, specialitate sau funcție: 11 ani
Indicele de îndeplinire a normelor, în %;
— media pe ultimele 3 luni: 105
— în timpul observării..... 103
Calitatea lucrării executate: bună Maistru: R.V.

Utilajul	Scule și dispozitive
Denumirea: strung universal Nr. inventar: 4135 Caracteristici:	Cuțite de strunjit Transportoare cu role Macara 3 tone
Produsul	**Elemente de organizare și deservire a locului de muncă**
Denumirea: turbină R—2; tipul T—2 Dimensiuni: 1580 × 730 × 1200 (mm) Masa: 1250 kg Materialul: fontă	Semifabricatele sînt aduse și evacuate la locul de muncă cu ajutorul macaralei. Sculele sînt în cantități suficiente și de calitate corespunzătoare
Conținutul operației	**Schema (schița) prelucrării produsului**
Strunjit ax turbină	

Începutul observării (ora)	Sfîrșitul observării (ora)	Durata observării (ora)	Semnătura observatorului
6,00	14,00	8	

Tabelul 3.6 (continuare)

Nr. crt.	Activitatea observată	Timpul curent		Durata, min	Timpul cu care se suprapune, min	Producția realizată în unități naturale	Simbolul timpului de muncă consumat
		ora	min				
—	Începutul observării	6	00,0	—	—	—	—
1	Îndepărtează șpanul de pe mașină		03,0	3,0	—	—	t_{do}
2	Completează nivelul uleiului în mașină		04,5	1,5	—	—	t_{dt}

Tabelul 3.6 (continuare)

Nr. ori.	Activitatea observată	Timpul curent		Durata min.	Timpul cu care se suprapune, min.	Producția realizată în unități naturale	Simbolul timpului de muncă consumat
		ora	min.				
3	Transportă piesa pentru strunjit		09,5	4,0	—	—	T_{mn}
4	Așază pe mașină piesa de strunjit, o prinde, o controlează, pune în funcțiune mașina		15,0	5,5	—	—	t_a
5	Supraveghează funcționarea strungului, urmărind viteza de așchiere, parametrii de funcționare		19,0	4,0	—	—	$t_{sf}(t_b)$
6	Muncitorul are o pauză de odihnă reglementată, timp în care mașina funcționează fără supraevghere		52,0	23,0 10,0	10,0	1	t_{lh} t_{on}
7	Îndepărtează șpanul de pe mașină		55,0	3,0	—	—	t_{do}
8	Așteaptă macaraua		57,0	2,0	—	—	t_i
9	Scoate piesa cu macaraua și o așază pe podea		59,5	2,5	—	—	t_a
10	Predarea pieselor la magazie	7	0,3	3,5	—	—	T_{pt}
11	Primirea unei noi comenzi		07,5	4,5	—	—	T_{pt}
.							
.							
12	Așează piesa pe mașină, o controlează și pornește mașina	13	46,0	4,5	—	—	t_a
13	Supravegheată funcționarea strungului		57,0	11,0	—	—	$t_{sf}(t_b)$
14	Mașina funcționează fără supraveghere	14	15,0	18,0	—	1	t_{lh}
15	Scoate piesa cu macaraua și o așază pe podea		18,0	3,0	—	—	t_a
16	Strînge sculele		25 ,0	7,0	—	—	t_{do}
17	Șterge mașina		30,0	5,0	—	—	t_{do}
18	Pleacă de la locul de muncă (termină lucrul mai devreme)	15	15,0	30,0	—	—	t_d
—	Sfîrșitul observării	15	00,0	—	—	—	—

Tabelul 3.7. **Numărul minim de măsurări pentru elementul observat, în cazul fotograferii timpului de muncă**

Durata elementului observat, în min.	Numărul minim de valori din șir
pînă la 5	15
5,1...10	10
10,1...30	8
peste 30	5

3.3.1.2.1. **Fotografierea individuală.** În cazul fotografierii individuale, prelucrarea datelor este relativ simplă, realizîndu-se chiar pe fișele de observare. Timpii observați se stabilesc ca diferență între diferitele momente înregistrate. O importanță deosebită prezintă, în cazul fotografierii, gruparea categoriilor de timp de același fel, corespunzător structurii de timp și analizei critice a acesteia. În urma analizei structurii timpului de muncă se întocmește balanța acestuia pentru intervalul de timp supus observării, rezultînd atît îmbunătățirea ce poate fi adusă în folosirea timpului de muncă de la locul de muncă analizat, cît și creșterea posibilă a productivității muncii. Se stabilește astfel care este ponderea diferitelor categorii de timp, care este ponderea timpului productiv și a celui neproductiv, față de durata schimbului.

Cu ocazia analizei critice se pot stabili și măsurile tehnico-organizatorice ce trebuie luate pentru mobilizarea timpilor neproductivi pe de o parte, ca și a timpilor de pregătire-încheiere a timpilor de deservire și de întreruperi condiționate de tehnologie și organizarea muncii, în vederea creșterii productivității muncii.

Se poate face și o analiză a timpului operativ care poate fi proiectat a se reduce atît pe bază de normative, cît și cu ajutorul calculelor analitice, ținînd seama de influența progresului tehnic care poate contribui în măsură nelimitată la reducerea tuturor categoriilor de timp.

În cazul în care nu există normative sau posibilitatea realizării unor calcule analitice, durata proiectată se ia egală cu cea înregistrată, urmînd ca ulterior să se realizeze măsurători asupra timpilor de bază și ajutători, în vederea descoperirii rezervelor nemobilizate de creștere a productivității muncii.

În tabelul 3.8 (la sfîrșit) se prezintă un exemplu de calcul al balanței timpului de muncă în care se evidențiază durata totală proiectată a timpului de muncă pentru producția efectiv realizată în perioada de înregistrare și durata totală a timpului de muncă rezultată prin fotografiere. Diferența dintre timpul de muncă proiectat și timpul de muncă înregistrat reprezintă rezerva de folosire a timpului de muncă, dată de coeficientul k_1, cu ajutorul căreia se calculează creșterea posibilă a productivității muncii, k_2, în %.

Tabelul 3.8. **Balanța timpului de muncă rezultată din fotografierea individuală a timpului de muncă a executantului**

Nr. crt.	Activitatea observată și categoria timpului de muncă consumat	Simbol	Timpul de muncă consumat, min.			Timpul de muncă consumat, %		
			înregistrat	prociectat	diferență	înregistrat	preoiectat	diferența
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Primirea și predarea lucrului		6,0	6,0	—	1,25	1,25	—
	Total timp de pregătire și încheiere	$T_{pî}$	6,0	6,0	—	1,25	1,25	—
a	Total timp de bază. Așezarea și scoaterea piesei	t_b t_{sf}	165,0 44,0	150,0 38,0	15,0 8,0	34,4 9,15	30,8 7,9	3,6 1,25

Tabelul 3,8 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
b	Total timp ajutător	t_a	44,0	38,0	8,0	0,15	7,9	1,25
2	Total timp operativ	T_{op}	209,0	186,0	23,0	43,55	38,7	4,85
	Înlocuirea sculei uzate		11,0	8% din timpul operativ (normativ)				
	Reglarea mașinii		3,0					
	Ungerea utilajului		3,5					
c	Timp total de deservire tehnică a locului de muncă	t_{at}	16,5	16,0	0,5	3,44	3,34	0,10
	Curățirea utilajului		2,5	—	—	—	—	—
	Îngrijirea locului de muncă, îndepărtarea șpanului		9,0	6% din timpul operativ (normativ)				
d	Timpul total de deservire organizatorică a locului de muncă	t_{do}	11,0	12,0	—0,5	2,4	2,5	0,10
3	Total timp de deservire a locului de muncă	T_{dl}	27,5	28,0	0,0	5,80	5,85	
I	*Total timp productiv*	T_p	243,0	222,0	21,5	50,00	45,8	4,85
e	Total timp de întreruperi pentru odihnă și necesități fiziologice	t_{on}	—	—	Se suprapune cu t_{to}			
f	Total timp de întreruperi condiționate de tehnologie și de organizarea muncii	t_{to}	129,5	129,5	0,0	27,0	27,0	—
4	Total timp de întreruperi reglementate	T_{ir}	129,5	129,5	0,0	27,0	27,0	—
	Deplasarea după scule și dispozitive		9,0	—	9,0	1,9	—	—
	Deplasare pentru căutarea maistrului		3,5	—	3,5	0,7	—	—
	Deplasare după materiale și semifabricate		28,5	—	28,5	5,9	—	—
	Timp pentru muncă neprevăzută în sarcina de producție		0,5	—	0,5	1,35	—	—

Tabelul 3.8 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
5	Total timp de muncă neproductivă	T_{mn}	47,5	—	47,5	9,90	—	9,90
	Lipsă energie electrică		10,0	—	10,0	2,06	—	—
	Convorbiri în interes de serviciu		3,0	—	3,0	0,6	—	—
	Aşteptarea după mijloace de transport		35,0	—	35,0	7,3	—	—
	Aşteptarea muncitorului auxiliar		3,5	—	3,5	0,7	—	—
g	Total timp întreruperi independente de executant	t_i	51,5	—	51,5	10,66	—	10,66
h	Total timp întreruperi dependente de executat	t_d	8,5	—	8,5	1,89	—	1,89
6	Total timp de întreruperi nereglementate	T_{in}	60,0	—	60,0	12,55	—	12,55
II	*Total timp neproductiv*	T_N	237,0	129,5	108,5	49,40	27,0	22,45
III	*Total timp de muncă observat, în min*	T_M	480,0	351,5	129,0	100,00	72,80	27,2

	Concluzii	Observaţii
1	Îmbunătăţirea folosirii timpului de muncă, în %: $k_1 = \frac{\textit{Cons. de timp depăşit}}{\textit{Total timp observat}} \cdot 100 = \frac{129}{480} 100 = 27{,}2\,\%$	Lucrătorul a întrerupt lucrul pentru a pleca la masă cu 2,5 min înainte de începutul pauzei. Şi-a reluat activitatea cu 4 minute mai tîrziu după terminarea pauzei. A plecat mai devreme cu 30 minute la sfîrşitul schimbului. Totalul timpului de inactivitate la locul de muncă, datorat venirii cu întîrziere şi plecării mai devreme de la lucru, este 36,5 min.
2	Creşterea posibilă a productivităţii muncii, în %: $k_2 = \frac{k_1}{100 - k_1} \cdot 100 = \frac{27{,}20}{100 - 27{,}20} \cdot 100 = \frac{27{,}20}{72{,}50} \cdot 100 = 37\,\%$	

INTOCMIT,

Data Funcţia Semnătura

CONTROLAT,

Data Funcţia Semnătura

3.3.1.2.2. **Autofotografierea.** Se aplică numai la executanți cu scopul de a-i determina pe aceștia în depistarea pierderilor de timp de muncă. Astfel se explică de ce prin această metodă se evidențiază numai întreruperile din ziua de muncă a executantului.

Este evident că fotografierea timpului de muncă realizată de însăși executantul procesului de muncă se numește autofotografiere și, pentru aplicarea acestuia este necesară o pregătire prealabilă a oamenilor muncii respectivi. Autofotografierea se poate aplica și în activitățile administrative și de birou, pentru toate activitățile unde apar pierderi de timp. Instructajul executanților trebuie să-i familiarizeze pe aceștia cu structura pierderilor de timp în vederea stabilirii cauzelor care le determină. Fișa de observare pentru autofotografierea timpului de muncă este puțin diferită față de fișa de la fotografierea individuală, dar completarea acesteia se face în mod similar.

Tabelul 3.9. **Fișă de observare pentru autofotografierea timpului de muncă**

Întreprinderea: Piese schimb X Secția: prelucrări mecanice Atelierul: 6 Schimbul: II	Fișa de observare nr. 5 Autofotografiere	Operația: frezat batiu Categoria de încadrare a lucrării: 6
Data observării 15 sept. 1978 — Început ora 6	Terminat ora 14	Durata 8 ore

Numele și prenumele: M.A.
Categoria de încadrare: 6
Vîrsta: 30 ani
Denumirea utilajului: mașină de frezat

Marca: 1435
Meseria și specialitatea: frezor
Vechimea în meserie, specialitate sau funcție: 10 ani.
Indicele de îndeplinire a normelor, %:
— în luna precedentă 97%
— în ziua autofotografierii 98%

Nr. crt.	Denumirea pierderilor de timp de muncă	Începutul		Sfîrșitul		Durata:		Cauza
		ora	min	ora	min	ora	min	
1	Așteptat semifabricatele	9	10	9	51	—	41	Lipsă cărucioare
2	Plecat după scule	12	15	12	30	—	15	Lipsă scule
3	Plecat după maistru	13	05	13	15	—	10	Maistru
	Total						66	

Propunerile executantului pentru remedierea pierderilor de timp:
.....
Semnătura muncitorului,

3.3.1.2.3. **Fotografierea colectivă.** Fotografierea colectivă a timpului de muncă poate îmbrăca două forme: 1) fotografierea colectivă cu înregistrarea continuă a datelor și 2) prin sondaj, la anumite intervale (stabilite în prealabil) de durate egale.

Fotografierea colectivă cu înregistrare continuă nu se deosebește de fotografierea individuală decît prin multiplicarea numărului de executanți care sînt observați, sau prin numărul de utilaje sau obiecte ale muncii luate în studiu. Ca urmare, fișa de observare va cuprinde mai multe coloane corespunzătoare fiecărui executant în parte, coloana în care se vor nota intervalele de timp, care trebuie să fie suficient de mari spre a putea fi sesizate.

Prelucrarea datelor se face în mod similar fotografierii individuale în mod separat, pentru fiecare executant sau utilaj observat.

În cazul fotografierii colective, prelucrarea datelor permite o analiză comparativă a executanților, realizarea unei medii și observarea (într-un timp scurt) unui număr mai mare de cazuri.

Fotografierea colectivă cu înregistrarea la intervale egale este o metodă laborioasă, care se aplică în cazul observării simultane a unui număr mare de executanți care pot ajunge pînă la 15. Metoda are două caracteristici importante: înregistrările se fac la intervale egale stabilite în prealabil și se consideră aprioric că în decursul unui interval se consumă numai categoria de timp stabilită la începutul lui. Observările pot fi realizate în mod continuu sau discontinuu, urmărindu-se realizarea unui anumit număr impus.

În realizarea acestei fotografieri se parcurg următoarele etape: defalcarea activităților observate în elementele necesare; întocmirea fișelor specifice de înregistrare; calculul mărimii intervalului la care trebuie să se stabilească observările, interval egal pentru toate măsurătorile; stabilirea elementelor reprezentative și perioada de studiu. După efectuarea observărilor, în cadrul prelucrării datelor, se analizează gradul de precizie al elementului reprezentativ, se stabilesc rezultatele și se face o analiză tehnico-organizatorică a acestora.

Pentru aplicarea fotografierii colective cu înregistrarea la intervale egale, se folosesc anumite noțiuni specifice avînd relații de calcul precizate pentru analiza și interpretarea datelor.

3.3.1.2.4. **Fotocronometrarea.** Este o metodă de măsurare și înregistrare a duratei elementelor unui proces de muncă și a timpului de folosire a utilajului prin combinarea fotografierii cu cronometrarea în anumite perioade de timp.

Fotocronometrarea este o metodă de măsurare și analiză în mod critic a duratei elementelor de folosire a utilajului sau a duratelor unui proces de muncă. Cu ajutorul ei se pot stabili fie anumite elemente ale timpului de execuție ca durată, fie pentru analiza gradului de folosire a timpului de muncă. Metoda se poate aplica pentru activitățile care au elemente de timp cu durate mari.

În tabelul 3.10 se prezintă o fișă de observare prin fotocronometrare a timpului de muncă.

Fotocronometrarea se realizează de obicei asupra unui executant individual, asupra unui utilaj sau obiect al muncii și numai în cazuri deosebite asupra mai multor executanți. Numărul maxim al acestora nu poate depăși 3. Se aplică la operațiile care nu se pot executa decît prin cooperarea mai multor executanți.

Tabelul 3.10. **Fișă de fotocronometrare a timpului de muncă a unui executant la operația de găurire**

Nr. crt.	Activitatea observată	Timpul obținut prin fotografiere		Timpii obținuți prin cronometrare					Simbolul	Durata min
		ora	min	1	2	3	4	5		
1	Începutul observării	6	00							
1	Pregătește lucrul	6	06						T_{pl}	6
2	Lucrează	6	33						T_{op}	27
3	Primește indicațiile maistrului	6	38						T_{dl}	5
4	Lucrează	6	51						T_{op}	23
5	Fumează	6	55						t_{on}	4
6	Lucrează	7	15						T_{op}	20
7	Stă de vorbă	7	20						t_d	5
—	Începutul cronometrării	7	20							
8	Lucrează								T_{op}	
	a) Prinderea în strungul universal			t_{co} t_{do}	20,00 12	22,15 10	24,57 10	27,09 11	29,20 10	
	b) Realizarea primei găuriri			t_{co} t_{do}	20,12 60	22,25 62	25,07 58	27,20 58	29,30 60	
	c) Realizarea celei de a doua găuriri			t_{co} t_{do}	21,12 59	23,52 60	26,05 60	28,18 59	30,30 60	
	d) Teșirea găurilor			t_{co} t_{do}	22,11 4	24,52 5	27,05 4	29,17 3	31,30 4	
. .	. . . . .	. . .	. .	.	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
—	Sfîrșitul cronometrării	7	32							26
. .	. . . . .	. . .	. .	.	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
42	Lucrează	13	35						T_{op}	3
43	Fumează	13	38						t_{on}	15
44	Lucrează	13	53						T_{op}	7
45	Strînge sculele	14	00						T_{dl}	
—	Sfîrșitul observării	14	00							

Observații t_{co} — timpul curent consumat; t_{do} — durata elementului măsurat.

Data..... Observator .....

Efectuarea măsurătorilor ca și prelucrarea datelor rezultate din fotocronometrare, în vedrea analizei acestora, se execută, atît pentru cronometrare cît și pentru fotografiere, separat. Pentru fiecare din cele două metode de observare se utilizază metodologiile specifice prezentate anterior.

3.3.2. *Metode de înregistrare indirectă a timplui*

În ultimul timp se aplică tot mai mult, în locul metodelor de observare directă (care au dezavantajul că necesită un timp mai mare de observare, uneori o prelucrare laborioasă, condiționînd alegerea unui anumit executant și unui anumit interval de timp), metodele de înregistrare indirectă a timpului, cum ar fi metoda observărilor instantanee, filmarea, utilizarea magnetofonului oscilografierea, măsurarea timpului pe microelemente și altele.

3.3.2.1. **Observările instantanee.** 3.3.2.1.1. **Observările instantanee fără evaluarea ritmului.** Observările instantanee asupra timpului de muncă și a timpului de folosire a utilajului reprezintă o metodă de măsurare a timpului prin înregistrarea, în anumite intervale, a activității de moment a mai multor executanți sau utilaje, în scopul determinării ponderii sau duratei elementelor de producție.

Metoda observărilor instantanee urmărește stabilitea timpilor neproductivi din cadrul zilei de muncă, a cauzelor care generează astfel de situații, a timpilor de trecere a obiectului muncii de la o operație la alta sau de la un stadiu la altul. Intrucît metoda permite determinarea gradului de utilizare a mașinilor pe de o parte și a executanților pe de altă parte, poate fi utilizată la stabilirea normelor de personal în activitățile de întreținere și reparații, ca și la stabilirea măsurilor pentru eliminarea cauzelor de pierderi de timp. Poate fi folosită cu succes la depistarea locurilor înguste și la verificarea calității normelor de muncă prin determinarea duratei de timp a elementelor care formează structura normei de timp și au un caracter nerepetitiv.

Sînt mai multe variante ale metodei observărilor instantanee. La unele se urmărește dacă observările sînt făcute cu evaluarea ritmului sau nu. La altele se urmărește momentul la care se realizează observările, ca de exemplu : momente alese la întîmplare, momente alese la intervale regulate, momente alese la intervale foarte scurte, chiar mai mici de un minut. Există și o variantă a metodei observărilor instantanee la care observarea este realizată de executant, căruia i se transmit optic sau acustic momentele de autoobservare. Cel mai adesea însă se utilizează metoda observărilor instantanee întîmplătoare, motiv pentru care se va face numai prezentarea acesteia.

Etapele observărilor instantanee. Un studiu efectuat prin metoda observărilor instantanee parcurge mai multe etape pregătirea efectuării observărilor, efectuaterea observărilor, prelucrarea datelor.

În cadrul primei etape privind pregătirea efectuării observărilor instantanee, o mare importanță o prezintă *stabilirea elementelor de studiat*, la care se pleacă de la informațiile culese și de la scopul studiului și se trece la defalcarea procesului pe elementele ce urmează a fi studiate. Din această cauză, este important ca observatorul să cunoască amănunțit activitățile care se încadrează în fiecare categorie de timp. Trebuie bine definite înce-

putul și sfîrșitul fiecărui element, spre a fi notate și stabilite cu ușurință. Observatorul, cunoscînd foarte bine activitatea fiecărui muncitor observat, va putea să înregistreze corect, repede și precis, fără confuzii, activitatea diferitelor categorii de muncitori. Pentru a evita eventualele greșeli, categoriile de timp observate se recomandă a nu fi exagerat de mari. Se recomandă, de asemenea, verificarea acestora la locurile de muncă respective în cadrul unei perioade de probă.

Metoda observărilor instantanee are la bază teoria probabilităților. Cu cît se vor realiza mai multe observări asupra unui loc de muncă, cu atît rezultatele vor fi mai aproape de realitate. Observările trebuie să se realizeze foarte riguros, fără interpretări empirice.

După stabilirea elementelor de studiat urmează *stabilirea circuitelor sau a traseelor de urmat.*

În funcție de numărul de vizitări zilnice și de schița de amplasare a locurilor de muncă se întocmește planul traseului care trebuie urmat de observator. În cadrul planului de amplasare se marchează fiecare utilaj sau loc de muncă printr-un număr de ordine vizibil, număr care se înscrie și pe planul de amplasare. Traseul ce trebuie urmat de observator trebuie să fie cît mai scurt posibil, cu porțiuni cît mai mici de mers în gol și să permită constatarea evidentă a activității executanților. Pe acest plan se stabilesc locurile în care se realizează observarea și înregistrarea acestuia, precum si locurile de muncă ce urmează să fie observate în aceste puncte. Inițial se pot stabili mai multe trasee provizorii, în funcție de numărul de locuri de muncă. Punctele de pe traseu se stabilesc astfel încît dintr-un punct oarecare să se poată observa mai multe locuri de muncă. Întrucît observatorul se oprește în punctele fixate în prealabil, trebuie să se măsoare durata parcurgerii traseului, cu oprire la fiecare loc de muncă. Observatorul pe traseu înregistrează activitatea observată și trece mai departe. Viteza observatorului pe traseu nu influențează rezultatele observării dar este obligatorie respectarea circuitului, a punctelor fixate pentru oprire, în vederea observării, ca și a locurilor de muncă ce trebuie observate în aceste puncte. Se recomandă parcurgerea de probă a circuitului propus, înainte de începerea măsurătorilor, în vederea definitivării acestuia.

Se notează cu p ponderea probabilă a elementului de timp ce urmează a fi studiat, în procente. *Stabilirea ponderii probabile a elementului de timp studiat* este o etapă importantă în pregătirea efectuării observărilor instantanee. De obicei, în urma unei analize se alege ca factor p acea valoare ce corespunde elementului cu ponderea cea mai mică, pentru a asigura realizarea pentru toate elementele a preciziei stabilite inițial. Factorul p se determină de obicei în etapa de pregătire a observărilor instantanee, cu o oarecare aproximație în urma realizării unor observări, sau pe baze de realizări statistice de care executantul dispune. De exemplu, dacă în urma unor observări prealabile, timp de 3 zile, asupra a 25 de mașini-unelte, ar rezulta următoarele procente : lucrează 78%, opriri pentru aprovizionarea locului de muncă 8%, opriri pentru reglaje 4%, opriri pentru întreținere 5%, opriri din cauza executanților 7%. Evident, factorul p va fi : *oprit pentru reglaje* cu ponderea probabilă de 4%.

Determinarea numărului de observări și pentru această metodă are o importanță deosebită. Numărul de momente-om, momente-utilaje sau momente-obiect, realizate în timpul observărilor instantanee, se referă de regulă la elementul cu ponderea cea mai mică, deoarece precizia rezultatului variază direct proporțional cu numărul observărilor iar ponderea elementului analizat variază invers proporțional.

Precizia rezultatului este în funcție de scopul urmărit prin efectuarea studiului și în funcție de tipul de producție.

Plecînd de la calculul probabilităților, numărul de observări N se stabilește cu relația

$$N = \frac{a^2 (1 - p)}{k^2 p}, \text{ în care :} \qquad (3.27)$$

a este coeficientul probabilității verosimile (probabilitatea ca eroarea relativă a rezultatelor observărilor să nu depășească limita admisibilă); de regulă, în practică, se ia $a = 2$, corespunzînd probabilității de 95%; în cazul în care se poate adminite o probabilitate mai mică, se va diminua corespunzător și a; de exemplu la $P = 0{,}92$ va corespunde $a = 1{,}7$ iar la $P = 0{,}84$, $a = 1{,}4$; în cazul în care se admite o probabilitate mai scăzută, rezultă și numărul de observări mai redus;

p — ponderea probabilă a elementului de timp analizat;

k — eroarea relativă admisibilă, în sutimi (de regulă $k = 0{,}05$).

Aplicarea formulei de calcul pentru determinarea numărului de observări este relativ greoaie. Din acest motiv se recomandă utilizarea tabelelor sau graficelor din care se preiau direct numărul de observări. Forma tabelară elimină eventualele greșeli de calcul sau citire.

În tabelul 3.11 se prezintă numărul de observări pentru diferitele valori ale ponderii elementului de timp analizat și pentru diferitele valori ale erorii relative. De exemplu, considerînd valoarea procentuală a elementului analizat 10%, respectiv 0,1, iar eroarea admisibilă ±5%, res-

Tabelul 3.11. **Numărul de observări pentru diferite valori ale ponderii elementului de timp analizat și pentru diferite valori ale erorii relative**

p% \ k%	±1	±2	±3	±4	±	±6	±7	±8	±9	±10
1	3 960 000	990 000	440 000	274 500	158 400	110 000	80 000	61 900	48 900	39 600
2	1 960 000	490 000	217 800	122 500	78 400	54 400	40 000	30 600	24 200	19 600
3	1 293 300	323 300	143 700	80 800	51 700	39 900	26 400	20 200	16 000	12 900
4	960 000	240 000	106 700	60 000	38 400	26 700	19 600	15 000	11 900	9 600
5	760 000	190 000	84 400	47 500	30 400	21 100	15 500	11 900	9 390	7 600
6	626 700	156 700	69 600	39 200	25 100	17 400	12 800	9 790	7 740	6 270
7	531 400	132 900	59 000	33 200	21 300	14 800	10 800	8 300	6 650	5 310
8	460 000	115 000	51 100	28 800	18 400	12 800	9 380	7 190	5 680	4 600
9	404 400	101 100	44 900	25 300	16 200	11 200	8 250	6 320	5 000	4 040
10	360 000	90 000	40 000	22 500	14 400	10 000	7 340	5 630	4 450	3 600

Tabelul 3.11 (continuare)

p% \ k%	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9	±10
11	323 600	80 900	36 000	20 200	12 900	8 990	6 600	5 060	4 000	3 240
12	293 300	73 300	32 600	18 300	11 700	8 150	5 980	4 580	3 620	2 930
13	267 700	66 900	29 700	16 700	10 700	7 440	5 460	4 180	3 310	2 680
14	245 700	61 400	27 300	15 400	9 830	6 830	5 010	3 840	3 040	2 460
15	226 700	56 700	25 200	14 200	9 070	6 300	4 620	3 540	2 800	2 270
16	210 000	52 500	23 300	13 100	8 400	5 830	4 280	3 280	2 590	2 100
17	195 300	48 800	21 700	12 200	7 810	5 420	3 980	3 050	2 410	1 950
18	182 200	45 600	20 200	11 400	7 290	5 060	3 720	2 850	2 250	1 820
19	170 500	42 600	18 900	10 700	6 820	4 740	3 480	2 660	2 110	1 710
20	160 000	40 000	17 800	10 000	6 400	4 440	3 260	2 500	1 980	1 600
21	150 500	37 600	16 700	9 400	6 020	4 180	3 070	2 350	1 860	1 510
22	141 800	35 500	15 800	8 660	5 570	3 940	2 890	2 220	1 750	1 420
23	133 900	33 500	14 900	8 370	5 360	3 720	2 730	2 090	1 650	1 340
24	126 700	31 700	14 100	7 920	5 070	3 520	2 580	1 980	1 560	1 270
25	120 000	30 000	13 300	7 500	4 800	3 330	2 450	1 880	1 480	1 200
26	113 800	28 500	12 600	7 120	4 550	3 160	2 320	1 780	1 410	1 140
27	108 100	27 000	12 000	6 760	4 330	3 000	2 210	1 690	1 340	1 080
28	102 900	25 700	11 400	6 430	4 100	2 860	2 100	1 610	1 270	1 030
29	97 900	24 500	10 900	6 120	3 920	2 720	2 000	1 530	1 210	980
30	93 300	23 300	10 400	5 830	3 730	2 590	1 900	1 460	1 150	935
31	89 000	22 300	9 890	5 570	3 560	2 470	1 820	1 390	1 100	890
32	85 000	21 300	9 440	5 310	3 400	2 360	1 730	1 330	1 050	850
33	81 200	20 300	9 000	5 080	3 250	2 260	1 660	1 270	1 000	810
34	77 600	19 400	8 630	4 850	3 110	2 160	1 580	1 210	960	775
35	74 300	18 600	8 250	4 640	2 970	2 060	1 520	1 160	915	745
36	71 100	17 800	7 900	4 440	2 840	1 980	1 450	1 110	880	710
37	68 100	17 000	7 570	4 260	2 720	1 890	1 400	1 060	840	680
38	65 300	16 300	7 250	4 080	2 610	1 810	1 330	1 020	805	655
39	62 600	15 600	6 950	3 910	2 500	1 740	1 280	980	775	625
40	60 000	15 000	6 670	3 750	2 400	1 670	1 220	940	740	600
41	57 600	14 400	6 400	3 600	2 300	1 600	1 170	900	710	575
42	55 200	13 800	6 140	3 450	2 210	1 530	1 130	865	680	550
43	53 000	13 500	5 890	3 310	2 120	1 470	1 080	830	655	630
44	50 900	12 700	5 660	3 180	2 040	1 410	1 040	795	630	510
45	48 900	12 200	5 430	3 060	1 960	1 360	1 000	765	605	490
46	47 000	11 700	5 220	2 940	1 880	1 300	960	735	580	470
47	45 100	11 300	5 010	2 820	1 800	1 250	920	705	555	450
48	43 300	10 880	4 810	2 710	1 730	1 200	885	675	535	435
49	41 600	10 400	4 630	2 600	1 670	1 160	850	650	515	415
50	40 000	10 000	4 440	2 500	1 600	1 100	815	625	495	400
51	38 430	9 610	4 270	2 400	1 540	1 070	785	600	475	385
52	36 920	9 230	4 100	2 310	1 480	1 030	755	575	455	370
53	35 470	8 870	3 860	2 220	1 420	895	725	555	445	355
54	34 070	8 250	3 790	2 130	1 360	945	695	530	420	340
55	32 730	8 180	3 640	2 050	1 310	910	670	510	405	325
56	31 430	7 860	3 490	1 980	1 260	870	640	490	390	315
57	30 180	7 550	3 350	1 890	1 210	840	615	470	375	300
58	28 960	7 240	3 220	1 810	1 160	805	590	450	360	290
59	27 800	6 950	3 090	1 740	1 110	770	565	435	345	280
60	26 670	6 670	2 960	1 670	1 070	740	545	415	300	265
61	25 570	6 390	2 840	1 600	1 020	710	520	400	315	255
62	24 520	6 130	2 720	1 530	980	680	500	385	305	245
63	23 490	5 870	2 610	1 470	940	650	480	365	290	235

Tabelul 3.11 (continuare)

p% \ k%	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9	±10
64	22 500	5 630	2 500	1 410	900	625	460	350	275	225
65	21 540	5 390	2 390	1 350	860	600	440	335	265	215
66	20 610	5 150	2 290	1 290	825	570	420	320	255	205
67	19 700	4 925	2 190	1 230	790	545	400	305	245	195
68	18 820	4 705	2 090	1 180	750	520	385	295	230	190
69	17 970	4 490	2 000	1 120	720	500	365	280	220	180
70	17 140	4 285	1 900	1 070	685	475	350	265	210	170
71	16 340	4 085	1 815	1 020	655	455	333	255	200	165
72	15 560	3 890	1 730	970	620	430	315	245	190	155
73	14 790	3 700	1 640	925	590	410	300	230	180	145
74	14 050	3 510	1 560	880	560	390	285	220	175	140
75	13 330	3 330	1 480	835	535	370	270	210	165	135
76	12 630	3 160	1 400	790	505	350	255	195	155	125
77	11 950	2 990	1 330	745	480	330	245	185	145	120
78	11 280	2 820	1 258	705	450	315	230	175	140	110
79	10 630	2 660	1 180	665	425	295	215	165	130	105
80	10 000	2 500	1 110	625	400	275	205	155	125	100
81	9 380	2 345	1 040	585	375	260	190	145	115	94
82	8 780	2 195	975	550	350	245	180	135	110	88
83	8 190	2 050	910	510	325	225	165	130	100	82
84	7 620	1 905	845	475	305	210	155	120	94	76
85	7 060	1 765	785	440	280	195	145	110	87	71
86	6 510	1 630	725	405	260	180	130	100	80	65
87	5 980	1 495	665	375	240	165	120	93	74	60
88	5 450	1 360	605	340	220	150	110	85	67	55
89	4 940	1 235	550	310	200	135	100	77	61	49
90	4 440	1 110	495	280	175	125	90	69	55	44
91	3 960	990	440	250	160	110	80	62	49	40
92	3 480	870	385	220	140	96	70	54	43	35
93	3 010	750	335	190	120	83	61	47	37	30
94	2 550	640	285	160	100	71	52	40	31	26
95	2 110	525	234	130	85	59	43	33	26	21
96	1 670	420	185	105	67	46	34	26	21	17
97	1 240	310	140	78	50	34	25	19	15	12
98	815	205	91	51	33	23	17	13	10	8
99	405	100	45	25	16	11	8	6	5	4

pectiv 0,05, înlocuind datele în relaţia (3.27) rezultă $N = \frac{2^2(1-0,1)}{0,05^2 \cdot 0,1} =$ $= 14\,400$. Aceeaşi valoare poate fi citită şi în fig. 3.5.

Pe baza numărului de observări necesare şi în raport cu termenul final al analizei se determină numărul vizitărilor zilnice ale locurilor de muncă. *Determinarea frecvenţei observărilor şi a numărului de circuite zilnice* n_z depinde de numărul total de observări N şi de termenul de executare a studiului (z — numărul de zile). Cu cît este mai mare numărul de zile afectate observărilor, cu atît va fi mai obiectiv rezultatul, deoarece avînd în vedere o perioadă mai lungă, există posibilitatea caracterizării mai precise a activităţii respective.

În cazul urmăririi cu precădere a unei anumite categorii de timp, numărul circuitelor zilnice va depinde şi de natura acestora. Pentru cate-

goriile de timp care apar mai rar va fi necesară sporirea numărului de circuite zilnice şi— invers, dacă apar mai des. Frecvenţa observărilor se va determina cu relaţia

$$n_z = \frac{N}{z}. \tag{3.28}$$

Dacă lungimea traseului nu este compatibilă cu frecvenţa impusă de factorii care intervin, se pot utiliza doi sau mai mulţi observatori, ale căror rezultate se vor grupa. În acest mod se poate scurta şi termenul de efec-

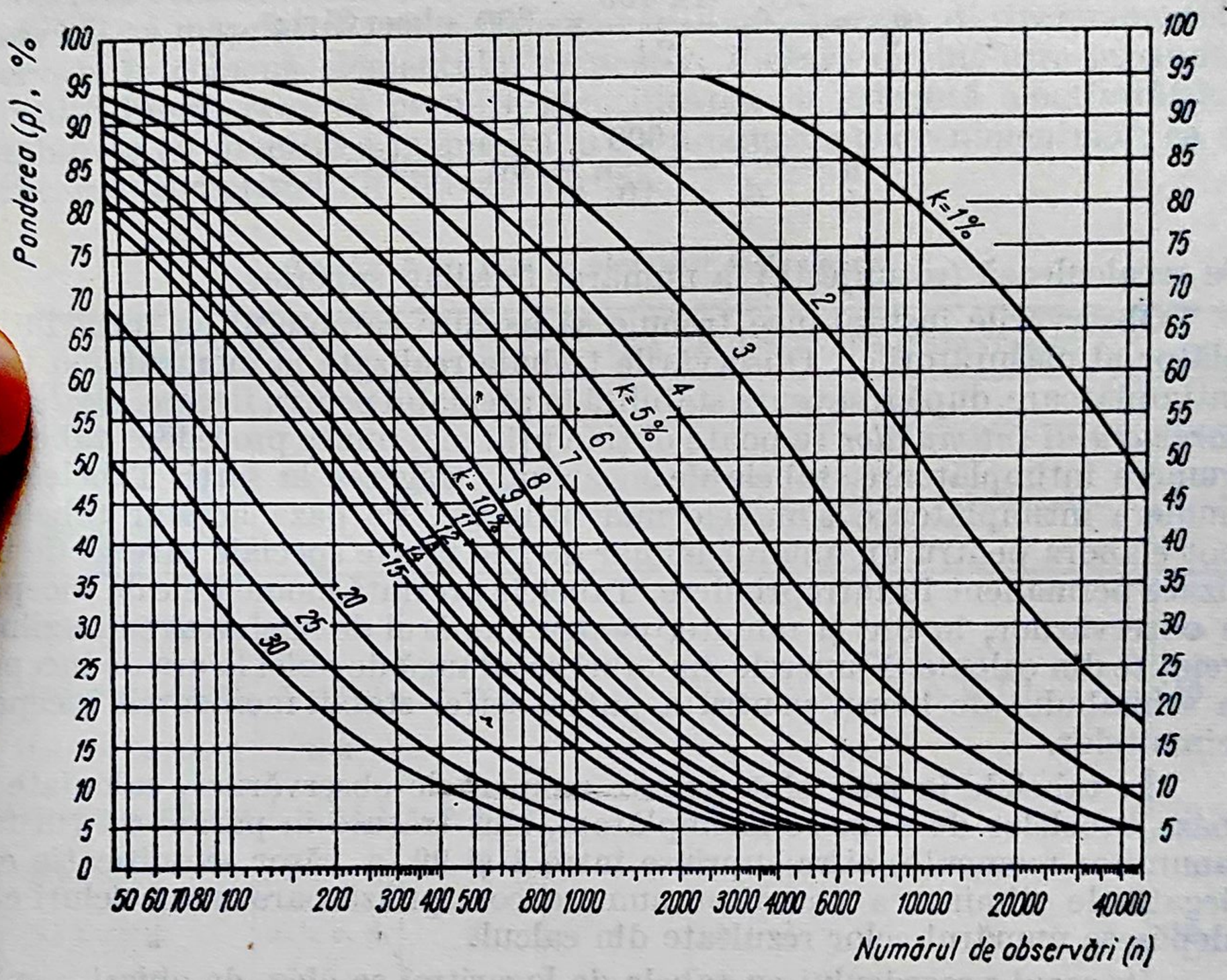


Fig. 3.5. Numărul de observări în funcţie de ponderea elementului de timp analizat.

tuare a studiului. Printre factorii care pot influenţa frecvenţa observărilor, mai pot interveni, deci : lungimea traseului de parcurs şi numărul observărilor, numărul elementelor observate.

În practică, un traseu nu va avea o durată mai mare de 20 minute şi prin aceasta, va influenţa numărul de circuite posibile din cadrul unei zile, care se determină cu relaţia

$$n_c = \frac{n_z}{d}, \tag{3.29}$$

în care d este numărul punctelor observate.

Pentru procesele de muncă cu caracter întîmplător, la care este necesar un număr ridicat de observări, se recomandă ca numărul de vizitări zilnice să fie de maximum 20, iar un traseu să nu aibă o durată mai mare de 20 minute, întrucît numărul de circuite zilnice este determinat de relaţia (3.29) şi între circuite trebuie să existe şi o anumită pauză.

De exemplu, pentru efectuarea celor 14 400 de observări asupra a 10 maşini în timp de 4 săptămîni (24 zile), frecvenţa observărilor şi numărul de circuite zilnice n_c se va determina astfel :

$$n_z = \frac{N}{z} = \frac{14\,400}{24} = 600 \text{ observări};$$

$$n_c = \frac{n_z}{d} = \frac{600}{10} = 60 \text{ circuite.}$$

Se recalculează (rotunjeşte) la numărul imediat superior.

Observările instantanee trebuie să asigure caracterul cu torul întîmplător al măsurătorilor. Observările trebuie realizate la momente cu totul întîmplătoare, după frecvenţa stabilită în prealabil pentru fiecare. *Realizarea caracterului întîmplător* se poate obţine prin mai multe procedee : tabele de numere întîmplătoare, tabele de logaritmi, tragerea la sorţi. Tabelele de numere întîmplătoare sînt cele mai utilizate. Pe baza acestor tabele se pot elabora pentru un anumit număr de zile tabele speciale care să fie utilizate permanent în întreprindere. Tabelele prezintă momentele de începere a observărilor, în ore şi minute, pentru numărul de zile şi circuite zilnice reieşite din calcule. Numerele din tabel se adaugă de obiei la ora de începere a schimbului de lucru, pentru a putea astfel stabili momentele începerii circuitelor.

În tabelele în care sînt trecute momentele observărilor, calculate pe baza tabelelor de numere întîmplătore, sînt trecute în paranteză (în faţa anumitor momente) cifre cuprinse între 1 şi 99 a căror semnificaţie este legată de eliminarea anumitor numere corespunzătoare unor cicluri care depăşesc numărul celor rezultate din calcul.

În cazul procedeului cu tabele de logaritmi se aleg, de obicei, pentru fiecare dintre orele de muncă ale unui schimb (pentru schimbul de 6 ore, 6) o serie de numere consecutive, reprezentînd numărul de circuite care se efectuează într-o oră.

În situaţiile în care lipsesc tabelele cu numere întîmplătoare sau tabelele de logaritmi se aplică procedeul tragerii la sorţi. În acest caz, se notează pe 60 de cartonaşe cifrele de la 1 la 60, corespunzătoare celor 60 de minute ale unei ore. În funcţie de numărul de circuite ce trebuie realizate într-o oră, se extrag din mulţimea celor 60 de cartonaşe, 3, 4, 5 dintre ele. Numărul de cartonaşe reprezintă numărul de minute ce trebuie adăugate la o oră pentru a stabili momentul începerii observărilor. Procedeul se repetă pentru fiecare oră.

Pentru desfăşurarea în bune condiţii a observărilor vor trebui întocmite *fişe zilnice de înregistrare a observărilor şi fişe pentru centralizarea datelor*. Aceste fişe vor măsura pregătirea şi prelucrarea datelor reducînd mult posibilitatea apariţiei erorilor.

Fişele de înregistrare sînt adaptate studiului care se efectuează, ele putînd varia de la o activitate la alta. Pentru obţinerea unor mărimi medii privind consumul de muncă, în fişa de înregistrare se vor înscrie doar locurile de muncă din planul traseului şi elementele consumului de timp ce urmează a fi observate şi înregistrate. În tabelul 3.12 se prezintă fişa de observare instantanee într-un atelier de prelucrări mecanice. În timpul observării se marchează, cu o linie sau o literă, fiecare dintre momentele observate în coloana elementului respectiv. Fiecare circuit este însemnat cu o altă literă, ceea ce permite identificarea cu uşurinţă a activităţilor şi stabilirea cu precizie a momentului de producere a evenimentelor, ca şi verificarea corectitudinii înregistrărilor.

Tabelul 3.12. **Fişa de observare instantanee**

ATELIERUL DE PRELUCRĂRI MECANICE			FIŞĂ DE OBSERVARE INSTANTANEE					
			Nu lucrează din cauza:					
Nr. crt.	Elementul urmărit / Locul de muncă	Lucrează	Muncitorul efectuează alte activităţi	Lipsă de aprovizionare	Muncitorul lipseşte	Vina muncitorului	Defectă maşina	Total
1	Maşina de frezat	a, b, c		e, f, g, h, i, j		d		10
2	Maşina de frezat	a, c, d, f	e		b		g, h, i, j	10
3	Maşina de găurit	a, c, d	h, i		f, g	b, e		10
4	Maşina de rabotat	f, g, h, i, j	a, b, c, d, e					10
5	Strung	c, f, g, h, i, j					a, b, d, e	10
6	Strung	a, b, c, d, f, h	g	e	i, j			10
7	Strung	a, b, d, f, h, j	g, i	c, e				10
8	Şeping	f	a, b, c, i	d, e, h		g, h		10
9	Şeping	b, c, d	a	h	i	e, f	g, h	10
10	Strung	b, c, f	d, i, j		a, g	e, h		10
11	Maşina de găurit	c, d, f, g, h	i	e	b	a, j		10
12	Maşina de frezat	f				g	a, b, c, d, e, h, i, j	10
	TOTAL	47	21	14	9	11	18	

Programul observărilor (ora)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
	7,15	7,50	9,25	10,20	10,55	11,50	12,50	13,25	13,45	14,30

Tabelul 3.13. **Fișa de înregistrare tip rețea**

Locul de muncă / Circuitul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	ore înregistrări (ora)
1	X	M	X	C	X	X	C	X	X	X	X	P	X	C	7,15
2	X	X	S	X	X	X	P	X	C	X	X	X	M	X	7,45
3	C	C	X	P	X	X	X	X	X	S	X	X	X	C	8,05
4	X	X	X	X	M	X	X	C	X	P	X	X	X	X	8,50
5	X	L	X	X	X	X	P	X	X	X	C	M	X	X	9,20
6	X	X	X	C	X	X	X	C	X	X	X	X	X	X	9,45
7	X	X	C	X	P	X	M	X	X	C	X	X	X	X	10,35
8	X	M	X	X	X	X	C	X	X	S	X	C	X	X	11,55
9	X	X	X	C	X	X	X	X	P	X	R	X	M	X	12,35
10	C	P	X	X	X	M	X	X	C	X	X	X	X	C	12,55
11	X	X	X	P	X	X	C	X	X	X	X	M	X	X	13,10
12	X	X	M	S	X	X	X	C	X	P	L	X	X	X	13,15
13	X	X	X	N	C	X	X	X	X	X	X	C	X	P	13,55
14	X	X	X	C	X	X	X	P	M	S	X	C	X	X	14,20
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	C	X	X	X	X	14,45

CODUL. X — strunguri în funcțiune; $X = 182$; P — Punerea pe mașină a semifabricatului; $P = 12$; M — scoaterea de pe mașină a semifabricatului; $S = 11$; C — controlul dimensional al piesei strunjite; $C = 26$; L — lipsă de materii prime (semifabricate); $L = 2$; N — oprire din cauze necunoscute; $N = 1$; S — lipsă de scule; $S = 5$; R — mașini în reparație; $R = 1$. Nr. total de observări = 240; Nr. total de mașini oprite = 58; Nr. total mașini în funcțiune $X = 182$. Randamentul atelierului = 182/240 = 0,75.

În tabelul 3.13 se prezintă un alt exemplu de fișă de înregistrare și anume fișa de înregistrare tip rețea, în care pe ordonată se trec numărul circuitelor iar pe abscisă— locurile de muncă observate. Literele au în în acest caz semnificațiile-simbol pentru a putea fi înregistrate cu precizie și rapiditate și pentru a permite o centralizare ușoară. Fișele utilizate în cadrul zilei de muncă la unul sau la mai multe locuri de muncă sînt centralizate la sfîrșitul schimbului prin sumarea observărilor pe fiecare element al consumului de timp și prin calculul structurii elementelor componente.

Fișele centralizatoare se adaptează pentru fiecare variantă în parte a metodei observărilor instantanee, în ele înscriinduse rezultatele zilnice. Pe versoul fișelor centralizatoare se reprezintă grafic datele medii realizate prin observare, în scopul urmăririi caracterului de stabilitate a rezultatelor, care arată dacă numărul de observări a fost suficient.

Realizarea observărilor instantanee trebuie să fie asemănătoare unei fotografii care fixează în mod fidel faptele la un moment dat, fără a-i imprima un caracter personal.

Lucrătorii care realizează observări trebuie să cunoască tehnica de lucru, să respecte disciplina programului de observări, traseul și locurile de muncă supus observării. Aceștia trebuie să fie buni observatori, să înre-

gistreze corect activităţile observate, fără aprecieri şi interpretări personale, să recunoască cu precizie fiecare dintre elementele observate. Observatorul trebuie să fie în măsură să stabilească cu precizie cauzele tuturor întreruperilor, evitînd astfel orice posibilitate de eronare a rezultatelor. Pentru o desfăşurare corespunzătoare a observărilor, înainte de începerea acţiunii, se efectuează un instructaj special cu personalul însărcinat cu efectuarea acestora. Observatorul trebuie să fie prezent înainte de începerea circuitului în sectorul în care urmează să se efectueze observările.

Pe parcursul efectuării observatorilor se realizează următoarele lucrări : se observă procesul, se stabileşte categoria de consum de timp, se încadrează elementul observat, se înregistrează în fişa de înregistrare simbolizat categoria de consum de timp. La terminarea unui circuit se realizează o inventariere a locurilor de muncă observate pentru evitarea eventualelor omisiuni.

Prelucrarea datelor rezultate din observările instantanee se poate realiza în mai multe faze şi anume : o prelucrare zilnică a datelor din centralizarea momentelor observate pe categorii de consum, de timp, (momente-obiect al muncii ; utilaj-momente ; om-momente), din înscrierea acestor date în fişa centralizatoare şi din stabilirea ponderii zilnice a elementului de timp analizat p.

La cîteva zile după începerea observării are loc o prelucrare a datelor medii. Stabilirea valorii medii a factorului p, evidenţiază tendinţa acestuia faţă de mărimea iniţială luată în calcul. În cazul în care rezultă o valoare mai mare a acestuia, se va diminua numărul de observări, iar în cazul unei valori mai mici, se va multiplica numărul acestora, în mod corespunzător.

Etapa finală este cea de prelucrare a datelor ultime rezultate, şi din verificarea lor, de stabilire a limitelor în care se află factorul p. Determinarea limitelor admisibile de control, se face cu ajutorul unei abace (fig. 3.6) formată din trei scări logaritmice, scara numărului de observări zilnice şi scara limitelor de control.

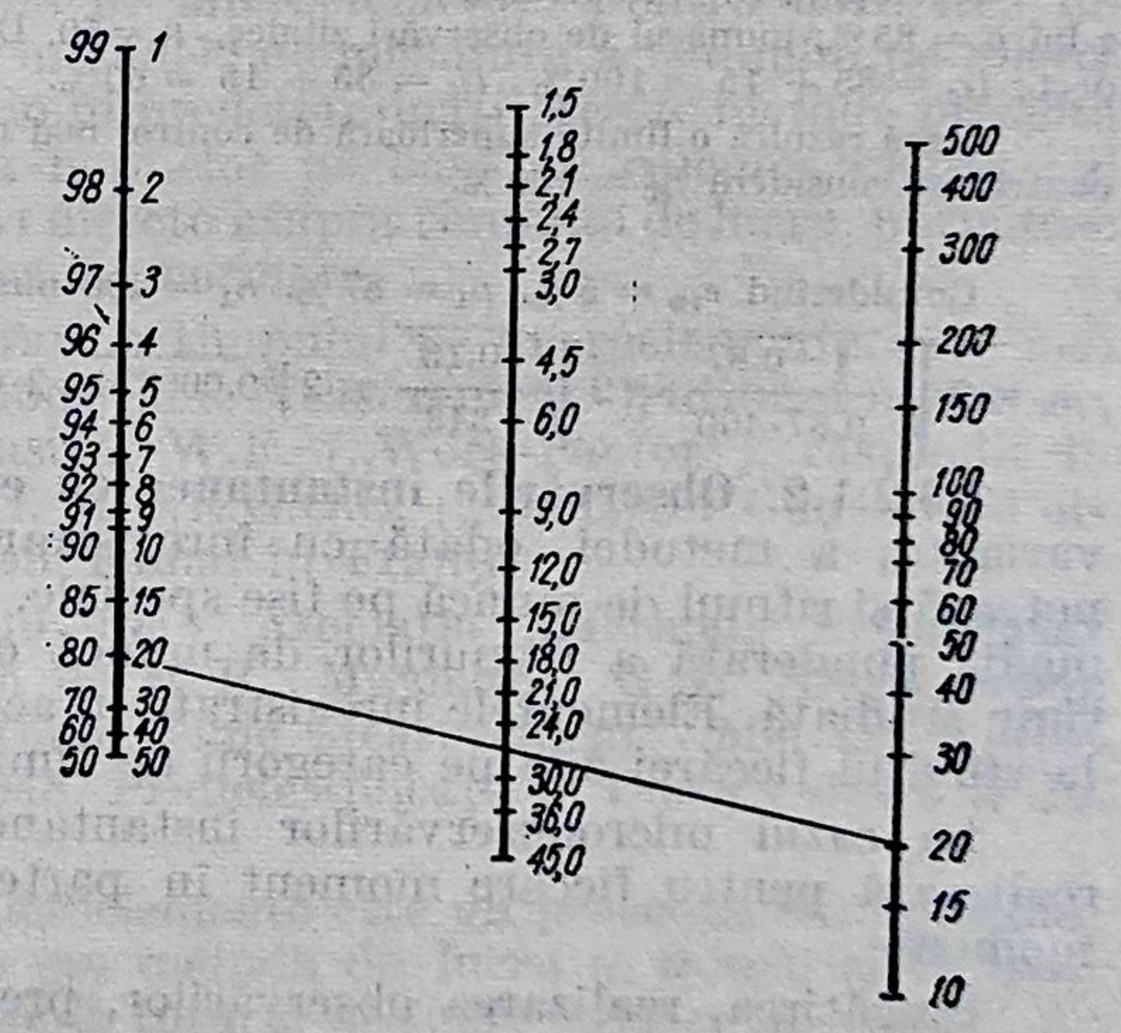


Fig. 3.6. Abacă pentru determinarea limitelor admisibile de control.

Valoarea limitei superioare de control va fi

$$l_{sc} = p + l_c, \tag{3.30}$$

iar valoarea limitei inferioare de control va avea mărimea

$$l_{ic} = p - l_c \tag{3.31}$$

unde l_c este abaterea limitelor de control, în %.

În cazul în care unele valori pentru p nu se încadrează pentru unele zile în limitele de control, valorile observate în aceste zile vor fi eliminate din observările realizate. După eliminarea acestora, se verifică din nou dacă valorile p, obținute în aceste zile, se încadrează în limitele admisibile de control. Verificarea se consideră terminată cînd toate valorile lui p se situează în limitele de control.

Pentru ca observările să fie considerate corespunzătoare, trebuie respectată condiția $e_{fin} < e_{in}$, în care e_{fin} este eroarea relativă obținută în final, iar e_{in} — eroarea relativă luată inițial în calcul.

Eroarea relativă finală se stabilește cu expresia

$$e_{fin} = 2\sqrt{\frac{1-p_1}{p_1 \cdot n_1}}, \tag{3.32}$$

în care p_1 și n_1 sînt elemente finale.

Exemplu : Din prelucrarea unor observări instantanee, în final a rezultat : valoarea finală a lui $p = 85\%$, numărul de observări zilnice, $n_z = 50$. Din abacă, fig. 3.6, rezultă $l_c = \pm 15\%$ deci : $l_{sc} = 85 + 15 = 100\%$; $l_{ic} = 85 + 15 = 60\%$.

Dacă rezultă o limită superioară de control mai mare decît 100%, limita superioară de control se consideră $l_{sc} = 100\%$.

Considerînd $e_{in} = 5\%$, $p_1 = 87\%$, $n_1 = 400$ observări, rezultă :

$$e_{fin} = 2\sqrt{\frac{1-0{,}87}{0{,}87 \cdot 400}} = 2\sqrt{\frac{0{,}13}{348}} = 2\sqrt{0{,}000374} = 2 \cdot 0{,}0193 = 0{,}0386 = 3{,}86\% \text{ care este} < 5\%.$$

3.3.2.1.2. **Observările instantanee cu evaluarea ritmului.** În această variantă, a metodei, odată cu înregistrarea diferitelor evenimente, se notează și ritmul de muncă pe fișe speciale. Ritmul reprezintă în acest caz media ponderată a ritmurilor de muncă observate pentru categoria de timp studiată. Elementele înregistrate în aceste fișe speciale se totalizează la sfîrșitul fiecărei zile pe categorii de timp

La cazul microobservărilor instantanee, evaluarea ritmului nu se realizează pentru fiecare moment în parte ci pentru grupe de circa 30 momente.

Pregătirea, realizarea observărilor, prelucrarea datelor și verificarea acestora se execută după aceleași criterii ca și în cazul metodelor observărilor instantanee, fără evaluarea ritmului de muncă.

Analiza datelor obținute și elaborarea de măsuri pentru îmbunătățirea organizării muncii se face pe baza aplicării studiului metodelor prin eliminarea timpilor neproductivi și simplificarea muncii.

Analiza datelor obținute și elaborarea de măsuri pentru îmbunătățirea organizării muncii se face pe baza aplicării studiului metodelor prin eliminarea timpilor neproductivi și simplificarea muncii.

Concluzii, avantaje, domenii de aplicare. Observările instantanee capătă pe zi ce trece o importanță tot mai mare și constituie un instrument prețios al studiului muncii datorită următoarelor avantaje: metoda este simplă și ușor de folosit; este unică pentru obținerea anumitor date, de exemplu este imposibil să se cuprindă determinarea perioadei de utilizare a unei grupe de 500 de mașini, cu ajutorul unei observări continui, utilizînd un singur observator; metoda permite posibilitatea întreruperii procesului de observare și a reluării lui ulterioare fără a influența asupra preciziei obținute; nu este necesar un personal specializat ci unul care să respecte disciplina, să noteze cu scrupulozitate tot ce vede și să recunoască fiecare din elementele observate; metoda permite să se obțină rezultatele căutate cu o precizie determinată cu anticipație; este ușor acceptată de către muncitori, fiindcă nu este realizată cu cronometru: permite economisirea de timp, observatorul putînd efectua și alte lucrări în timpul programului de lucru. În general, timpul folosit este de 3—6 ori mai mic decît în cadrul observărilor continue. Metoda permite a se evalua procentul din ziua de muncă în timpul căruia muncitorii și mașinile produc, procentul din ziua de muncă în care oamenii și mașinile nu au activat, cauza fiecărei opriri, precum și activitatea relativă a diferiților muncitori și a mașinilor.

3.3.2.2. **Măsurarea timpului pe microelemente.** Pentru normarea lucrărilor manuale se pot utiliza metodele de măsurare a timpului pe microelemente, metode ce folosesc timpi predeterminați. Aceste metode prezintă avantajul că permit stabilirea normelor pe bază de calcule analitice și exclud efectuarea de măsurători directe asupra timpului de lucru, putînduse deci reduce considerabil munca de normare.

Dintre sistemele de măsurare a timpului pe microelemente, cele mai răspîndite sînt: M.T.M. („Methods Time Measurement"), utilizat în S.U.A., Anglia, Franța și în țara noastră, W.F. („Work-Factor"), răspîndit în S.U.A., Franța, Anglia, R.F.G. și C.E.G.O.S. („Comision Générale d'organisation Scientifique"), folosit numai în Franța.

Sistemul M.T.M. În anul 1940 Asociația „Methods Engineering Concil" din Pittzburg condusă de H. B. Maynard, G. J. Stegemerten, J. I. Schwab, a elaborat „Methods Time Measurement". Metoda a fost publicată în S.U.A. în anul 1948. Primele aplicații în Europa datează din anul 1952.

Măsurarea timpului pe microelemente este un procedeu care descompune fiecare operație manuală sau metodă de lucru în mișcările de bază necesare executării sale și atribuie tuturor acestor mișcări elementare un timp standard predeterminat, care se stabilește în raport cu natura mișcării însăși.

M.T.M. este în esență un instrument de analiză a metodelor care atribuie fiecărei mișcări un timp, fără a necesita o măsurare directă a timpului cu cronometrul.

Domeniile de aplicare ale M.T.M.-ului sînt foarte largi :

— stabilirea timpilor standard ;

— elaborarea de formule de timp, de abace şi tabele ;

— efectuarea evaluărilor sau prestabilirea timpilor de execuţie ;

— elaborarea metodelor de muncă eficiente cu ocazia proiectării noilor produse înainte de începerea fabricaţiei ;

— îmbunătăţirea metodelor de lucru în ceea ce priveşte „producţia în curs" ;

— cercetări privind metodele de lucru, formarea personalului, verificarea ritmului de lucru etc.

Unitatea de măsură a timpului folosită în sistemul M.T.M. este :

1 T.M.U. (Time Mesure Unit) = 1/100 000 oră = 6/10 000 min = = 36/1 000 s.

Timpii exprimaţi în T.M.U. se află înscrişi în tabele. Tabelele respective nu conţin normative de timp pentru odihnă şi necesităţi fiziologice sau pentru alte întreruperi nereglementate.

În sistemul M.T.M. există 9 mişcări de bază şi cîteva mişcări diverse. Mişcările de bază sînt : întinde mîna R (Reach) ; deplasează M (Move) ; întoarce T (Turn) ; aplică presiunea A.P. (Apply pressure) ; întoarce manivela C (Cranking) ; apucă G (Grasp) ; dă drumul RL (Relase) ; poziţionează P (Position) ; desprinde D (Disengage). În cadrul mişcărilor diverse sînt : deplasează privirea (E.T) ; fixează privirea E.F. ş.a. Desigur sînt şi situaţii de mişcări combinate sau simultane.

Pentru fiecare mişcare de bază sînt stabilite valori de timp (înscrise în tabele) în funcţie de diferitele condiţii de executare a acesteia. Fiecare timp indicat în tabele corespunde unei activităţi medii, adică este luat în considerare timpul necesar unui executant de îndemînare medie lucrînd cu un ritm mediu în condiţii medii. Prin însumarea micromişcărilor din aceste tabele, corespunzător condiţiilor de execuţie, se obţin normativele de timp.

Etapele aplicării M.T.M. sînt analiza metodei, fie prin observări directe fie prin imaginarea executării operaţiei ; atribuirea valorilor de timp pentru timpii de execuţie ; îmbunătăţirea metodelor de formare a personalului.

Capitolul 4

CALCULUL EFICIENȚEI ECONOMICE A NORMĂRII MUNCII

Scopul principal al studiului muncii, respectiv al normării muncii, este sporirea productivității simultan cu ușurarea activității executanților.

Realizarea acestui scop se asigură pe baza unor studii sistematice și analitice asupra activității diferiților executanți. Obținerea de rezultate maxime, fără sau cu un minimum de cheltuieli de investiții, crearea de condiții corespunzătoare la fiecare loc de muncă pentru dezvoltarea multilaterală a însușilor fizice și intelectuale ale oamenilor stă în permanență la baza acestor studii.

La estimarea coeficienților de eficiență a măsurării muncii trebuie avut în vederea că sporirea eficienței la un loc de muncă sau într-o secție poate adesea avea efecte favorabile și la nivelul altor sectoare, efecte care de multe ori pot fi greu cuantificabile. Pe de altă parte, trebuie separate influențele diferiților factori asupra indicatorilor sintetici ai întreprinderii. De exemplu, trebuie să se evidențieze în calcule numai acel spor de beneficiu care se datorează extinderii unor norme cu motive tehnică și nu sporul total de beneficiu dintr-o anumită perioadă, care pate fi rezultatul unei multitudini de factori.

Referitor la momentul în care se face evaluarea eficienței, se va observa că aceasta se poate realiza atît înaintea aplicării studiului cît și după experimentarea acestuia, avînd respectiv, o eficiență antecalculată și una postcalculată.

Eficiența antecalculată ia în considerare toți factorii cunoscuți la data elaborării studiului și stă la baza deciziei de aplicare a noii metode. Eficiența postcalculată este necesară pentru verificarea metodei respective. În paralel cu coeficientul de eficiență economică a noii metode, se calculează și coeficientul de eficiență a muncii de studiu.

4.1. Efectele introducerii și extinderii normării tehnice a muncii

Normarea tehnică a muncii are efecte multiple, putînd acționa direct sau indirect asupra indicatorilor activității economice a întreprinderilor. Dificultatea aprecierii efectelor normării tehnice a muncii, constă în faptul că aceasta fie nu pot fi măsurate, fie se suprapun cu alte efecte rezultînd din alte acțiuni.

4.1.1. Reducerea costurilor de producție

În calculul efectelor normării tehnice a muncii se poate pleca de la unul dintre indicatorii cei mai sintetici ai activității economice a întreprinderilor și anume, de la costul c de fabricație pe unitatea de produs scris, în funcție de elementele sale componente, sub forma

$$c_i = \sum_g \sum_i c_{ig}, \text{ în care} \tag{4.21}$$

c_{ig} reprezintă costurile elementare g pentru realizarea produsului i.

Dînd valori lui g se poate nota că:

$c_{i1} = m_i$ reprezintă costul materiilor prime și materialelor;
$c_{i2} = (-d_r)_i$ — deșeurile recuperabile care se scad;
$c_{i3} = s_i$ — retribuția directă;
$c_{i4} = c_{isu_i}$ — cheltuielile cu întreținerea și funcționarea utilajelor;
$c_{i5} = c_{os_i}$ — cheltuielile comune ale secțiilor de fabricație;
$c_{i6} = c_{oti}$ — cheltuielile generale ale întreprinderii;
$c_{i7} = c_{TN_i}$ — cheltuielile cu tehnica nouă;
$c_{i8} = c_{D_i}$ — cheltuielile de desfacere.

Fără a trece la o detaliere a costurilor c_{ig} pe unitatea de produs, se poate scrie modificarea cheltuielilor de producție (Δc_o) pentru produsul i ca urmare a introducerii normării tehnice a muncii

$$\Delta c_i = c_{i_0} - c_{i_{pl}}, \tag{4.22}$$

unde $0,pl$ sînt indici care precizează nivelul mărimii indicatorilor (costul de producție în cazul de față) din perioada dinaintea și respectiv, planificat după extinderea normării tehnice a muncii.

Interesează doar modificarea costurilor de producție datorită factorilor care sînt interesați de introducerea și extinderea normării tehnice a muncii (c_{i3}). În aceste condiții, efectuînd calculele modificării cheltuielilor de producție datorită extinderii și perfecționării normelor tehnice a muncii ($\Delta c_{i(s)}$) rezultă

$$\Delta c_{i(s)} = (c_{i3_0} - c_{i3pl}) = (s_{i0} - s_{ipl}). \tag{4.23}$$

Rezultă necesitatea explicării elementelor care determină mărimea factorului s_i, adică

$$s_i = \frac{t_i \cdot T_0}{60}, \text{ unde} \tag{4.24}$$

t_i este manopera specifică pe produsul i, în minute;
T_0 — tariful mediu pe oră;
60 — numărul de minute dintr-o oră.

Prin explicitarea manoperei specifice pe produs, pentru produsul i, în manoperă directă (t_{di}) şi manoperă indirectă (t_{ni}), se obţine :

$$s_i = \frac{(t_{di} + t_{ni}) \cdot T_0}{60} \text{ iar}$$

(4.25)

$$t_{di} = \sum_j t^d_{opij} \text{ şi } t_{ni} = \sum_j t^n_{opij}, \text{ unde}$$

t^d_{opij} este norma de timp pentru realizarea podusului i, la operaţia j, pentru activităţi directe de transformare, control, transport manipulare ;

t^n_{opij} sînt timpii indirecţi pentru realizarea produsului i.

Ţinînd seama de ultima detaliere, expresia (4.25) se mai poate scrie

$$s_i = \frac{\sum_j t^d_{opij} \cdot T_{ij} + \sum_j t^n_{opij}\ T_{ij}}{60}, \text{ iar} \qquad (4.26)$$

din normarea tehnică a muncii se cunoaşte că

$$t_{opij} = \left(\frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{di} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{ij}. \qquad (4.27)$$

Expresia (4.27) derivă din relaţia (2.17). Înlocuind relaţia (4.27) în (4.26) se obţine

$$s_i = \frac{\sum_j \left(\frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{di} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{ij} \cdot T_{ij}}{60} + \frac{\sum_j t^n_{opij} \cdot T_{ij}}{60} \text{ iar}, \qquad (4.28)$$

expresia (4.23) devine

$$\Delta c_{i(s)} = s_{i_0} - s_{i_{p1}} =$$

$$= \frac{\sum_j \left[\left(\frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{di} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{ij} T_{ij} + \sum_j t^n_{opij} \cdot T_{ij}\right]_0}{60} -$$

(4.29)

$$- \frac{\left[\sum_j \left(\frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{di} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{ij} T_{ij} + \sum_j t^n_{opij} \cdot T_{ij}\right]_{p1}}{60}.$$

Prin introducerea şi extinderea normării tehnice a muncii pot fi afectate toate elementele normei de timp ; creşte gradul de precizie al măsurărilor şi al prelucrării datelor, se pot simplifica, elimina sau cupla diferitele mişcări sau mînuiri care compun elementele normei de timp.

Reducerea absolută a cheltuielilor de producție ΔC va putea fi scrisă

$$\Delta C = \sum_i \sum_g q_{i_{pl}}(s)_{pl} c_{ig_{pl}} - \sum_i \sum_g q_{i_0}(s_0) c_{ig_0} \qquad (4.30)$$

în care:

q_i — cantitatea de produse din timpul i ; realizate în perioada analizată ;
(s) — structura producției ;
0 — perioada de bază sau referință ;
pl — perioada previzibilă sau planificată.

Reducerea relativă a cheltuielilor de producție ΔC_r va avea forma

$$\Delta C_r = \frac{\sum_i \sum_g q_{i_{pl}} (s)_{pl} c_{ig_{pl}} - \sum_i \sum_j q_{i_0}(s)_0 \; c_{ig_0}}{\sum_i \sum_g q_{i_0} (s)_0 \, c_{ig_0}} 100. \qquad (4.31)$$

Reducerea efectivă a cheltuielilor de producție se poate scrie cu aceeași relație, modificînd indicele planificat (pl), cu indicele efectiv (1).

Discuția termenului c_{ig} s-a făcut anterior. În expresia (4.31) pot fi introduse, pentru detalierea influenței factorilor formulele (4.23) sau (4.29).

4.1.2. Creșterea beneficiului

Creșterea estimată a beneficiului ΔB_{pl} este dată de relația

$$\Delta B_{pl} = B_{pl} - B_0 \text{ în care} \qquad (4.32)$$

B_{pl} este beneficiul planificat sau beneficiul previzibil ;
B_0 — beneficiul din perioada de bază.

Expresia beneficiului planificat va fi

$$B_{pl} = \sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl} \; p_{i_{pl}} - \sum_i \sum_g q_{i_{pl}} (s)_{pl} \; c_{ig_{pl}}, \qquad (4.33)$$

iar creșterea beneficiului (ΔB) va fi dată de relația

$$\Delta B = \left[\sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl} p_{i_{pl}} - \sum_i \sum_g q_{i_{pl}} (s)_{pl} c_{ig_{pl}}\right] - \left[\sum_i q_{i_0} (s)_0 p_{i_0} - \sum_i \sum_g q_{i_0} (s)_0 c_{ig_0}\right]. \qquad (4.34)$$

Creșterea relativă a beneficiului planificat față de perioada de bază va fi

$$\Delta B_{pl/0} = 100(B_{pl} - B_0)/B_0. \qquad (4.35)$$

Beneficiul previzibil are în vedere producția care s-ar putea obține prin introducerea și extinderea normării tehnice a muncii iar beneficiul din perioada de bază are în vedere condițiile de muncă și de normare existente în cadrul întreprinderii.

4.1.3. Economia de timp de muncă

Cunoscînd că $t_i = \sum_j t_{exj}$ și folosind expresiile (4.24), (4.25) și (4.27), economia de timp de muncă (E_T) în mărimea absolută va fi

$$E_T = \sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, t_{i_{pl}} - \sum_i q_{i_0} (s)_0\, t_{i_0}. \tag{4.36}$$

Expresia (4.36) poate fi scrisă desfășurat :

$$E_T = \sum_i \sum_j q_{i_{pl}} (s)_{pl} \left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{a0} + t_{on} + t_{to} \right) w_{pl} - \tag{4.37}$$

$$- \sum_i \sum_j q_{i_0} (s)_0 \left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{a0} + t_{on} + t_{to} \right) w_0.$$

Economia de timp E_{Tr} relativă va fi

$$E_{Tr} = \frac{\sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, t_{i_{pl}} - \sum_i q_{i_0} (s)_0\, t_{i_0}}{\sum_i q_{i_0} (s)_0 t_{i_0}} 100 \tag{4.38}$$

4.1.4. Creșterea productivității muncii

Este indicatorul în care se reflectă, de asemenea, foarte sintetic efectele introducerii și extinderii normării tehnice a muncii. Creșterea estimată a productivității muncii W se poate calcula cu relația

$$\Delta W = W_{pl} - W_0 = \frac{\sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, p_{i_{pl}}}{\sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, t_{i_{pl}}} - \frac{\sum_i q_{i_0} (s)_0\, p_{i_{pl}}}{\sum_i q_{i_0} (s)_0\, t_{i_0}}. \tag{4.39}$$

Pentru evidențierea manoperei specifice pe produs și a influenței elementelor sale asupra creșterii productivității muncii relația (4.39) se mai poate scrie :

$$\Delta W = \frac{\sum_i q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, p_{i_{pl}}}{\sum_i \sum_j q_{i_{pl}} (s)_{pl} \left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{a0} + t_{on} + t_{to} \right) w_{pl}} - \tag{4.40}$$

$$- \frac{\sum_i q_{i_0} (s)_0 p_{i_0}}{\sum_i \sum_j q_{i_0} (s)_0 \left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{a0} + t_{on} + t_{to} \right) w_0}$$

Creșterea relativă a productivității muncii ΔW_r va avea forma

$$\Delta W_r = \frac{W_{pl}}{W_0}100 - 100 = \frac{\sum_i q_{i_{pl}}(s)_{pl}\, p_{i_{pl}}}{\sum_i \sum_j q_{i_{pl}}(s)_{pl}\left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{is_{pl}}} \Bigg/ \frac{\sum_i q_{i_0}(s)_0\, q_{i_0}}{\sum_i \sum_j q_{i_0}(s)_0\left(\frac{T_{pl}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} + t_{to}\right)_{is_0}}. \quad (4.41)$$

Cu ajutorul expresiilor (4.40) și (4.41) se poate estima și analiza influența diferitelor elemente de timp, care se modfică ca urmare a normării tehnice a muncii, asupra creșterii prductivității muncii.

4.1.5. Creșterea producției

Creșterea producției este o rezultantă directă a economiilor de timp de muncă, ce rezultă din extinderea normării tehnice a muncii și care contribuie la creșterea productivității muncii.

Creșterea estimată a producției ΔQ se poate evalua cel mai exact plecînd de la expresiile (4.40) și (4.41) și poate fi scrisă într-o formă simplificată

$$\Delta Q = Q_{pl} - Q_0 = \sum_i q_{i_{pl}}(s)_{pl} p_{i_{pl}} - \sum_i q_{i_0}(s)_0\, p_{i_0}. \quad (4.42)$$

Creșterea estimată a producției ΔQ_r în mărimea relativă, va fi:

$$\Delta Q_r = \frac{Q_{pl} - Q_0}{Q_0}100 = \frac{\sum_i q_{i_{pl}}(s)_{pl}\, p_{i_{pl}} - \sum_i q_{i_0}(s)_0\, p_{i_0}}{\sum_i q_{i_0}(s)_0 p_{i_0}}\, 100. \quad (4.43)$$

4.2. Efortul economic la introducerea și extinderea normării tehnice a muncii

Efortul economic H legat de normarea tehnică a muncii cuprinde următoarele elemente:

— retribuția specialiștilor în normarea muncii S_N; pe timpul efectuării observărilor, prelucrării datelor și elaborării normelor și normativelor;

— retribuția colaboratorilor și consultanților de specialitate din exterior S_c, corespunzător participării lor la elaborarea normelor;

— costul aparaturii necesare realizării observărilor C_a;

— costul calculatorului care realizează prelucrarea automată a datelor în cazul folosirii mașinilor electronice de calcul C_c:

— alte cheltuieli C_d — cheltuielile diverse.

Folosind notațiile de mai înainte, rezultă totalitatea eforturilor economice pentru realizarea normării muncii :

$$H = S_N + S_e + C_a + C_e + C_d. \tag{4.44}$$

În practică, de la caz la caz, anumite categorii de cheltuieli pot lipsi.

4.3. Indicatorii economici ai eficienței normării tehnice

4.3.1. Coeficientul eficienței muncii de studiu pentru elaborarea noilor norme de muncă

Deşi normele de muncă elaborate sînt progresive, mai reduse decît normele existente, aceasta constituie un argument insuficient pentru aplicarea acestora şi, mai ales, pentru aprecierea muncii specialistului care le-a stabilit. Interesează în mod special ca noile norme de muncă să fie transpuse repede în producţie. Interesează ca timpul consumat de specialişti în fiecare din etapele specifice fiecărei metode de normare, inclusiv urmărirea aplicării noilor norme, să fie minime.

Coeficientul eficienţei muncii $E_M\%$ va fi :

$$E_M = 100\ (E_f - H)/S_N. \tag{4.45}$$

La numărătorul acestei expresii, ca mărime a efectelor economice E_f, se pot utiliza : economia estimată la cheltuielile de producţie, producția globală suplimentară, beneficiul suplimentar estimat sau economia la fondul de retribuire prevăzută a se realiza.

În funcţie de efectele economice luate în calcul, diminuate cu efortul economic necesar pentru realizarea normării tehnice a muncii, vor exista diferite forme de exprimare a coeficientului eficienţei muncii de studiu.

Valoarea în lei a beneficiului suplimentar sau a economiilor la costurile de producţie, ori fondul de retribuire care revine la 1 leu cheltuit cu retribuţia specialiştilor în normarea muncii, reprezintă doar cîteva forme de exprimare a coeficientului eficienţei normării muncii.

Eficienţa normării muncii poate fi antecalculată şi postcalculată după definitivarea normelor de timp, în funcţie de realitatea indicatorilor economici obţinuţi în mod efectiv.

Coeficientul eficienţei muncii de studiu constituie un criteriu obiectiv de caracterizare a activităţii executantului în studiul muncii.

4.3.2. Coeficientul de eficienţă economică a normării muncii

Acest coeficient se poate calcula cu relaţia

$$E_m = 100 E_f / H [\%] \tag{4.46}$$

și exprimă forma clasică de apreciere a eficienței prin raportarea efectelor economice la cheltuielile pentru realizarea acestora.

Și pentru acest indice sînt mai multe forme de exprimare, în funcție de unitățile de măsură în care este exprimat efectul economic.

Calculul cel mai ușor de realizat pentru eficiența introducerii noilor norme de muncă este cel după metoda producției globale, întrucît sporul de producție se poate exprima cu cea mai mare ușurință cunoscîndu-se reducerea manoperei specifice pe produs, respectiv creșterea productivității muncii, în condițiile folosirii aceluiași utilaj și aceleiași forțe de muncă.

Frecvent se utilizează și aprecierea eficienței economice a noii metode pe baza cheltuielilor de producție. Relația de apreciere a eficienței poate fi asemănată cu cea utilizată la calculul eficienței economice a investițiilor, pe baza reducerii cheltuielilor de producție. Astfel, economia estimată $E'_{c_{pl}}$ se realiza pentru fiecare leu cheltuit, se poate calcula cu relația

$$E'_{c_{pl}} = \frac{\sum_i \sum_g q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, c_{ig_{pl}} - \sum_i \sum_g q_{i_0}\, (s)_0 c_{ig_0}}{H}. \qquad (4.47)$$

4.3.3. Termenul de recuperare e cheltuielilor

Termenul de recuperare a cheltuielilor T_r determinate de stabilirea și introducerea normelor de timp cu motivare tehnică se calculează cu relația

$$T_r = H/B \qquad (4.48)$$

în care B este creșterea beneficiului pentru o perioadă de un an, ca urmare a introducerii normelor cu motivare tehnică și a extinderii acestora.

Termenl de recuperare a cheltuielilor determinate de introducerea normării reprezintă numărul de ani, după care cheltuielile de normare sînt recuperate prin beneficiile suplimentare rezultate ca urmare a extinderii și adîncirii normării tehnice a muncii.

Termenul de recuperare a cheltuielilor se poate scrie și sub forma

$$T_r = \frac{H}{C} = \frac{1}{E'_{c_{pl}}} \text{ sau} \qquad (4.49)$$

$$T_r = \frac{H}{\sum_i \sum_g q_{i_{pl}} (s)_{pl}\, c_{ig_{pl}} - \sum_i \sum_g q_{i_0} (s)_0\, c_{ig_0}}.$$

În acest caz, termenul de recuperare a cheltuielilor reprezintă numărul de ani după care cheltuielile de normare sînt recuperate prin economii la cheltuielile de producție rezultate din extinderea și aplicarea normării tehnice a muncii.

4.4. Oportunitatea introducerii și extinderii normării tehnice a muncii

În oricare proces de muncă, muncitorul se găsește în situația de a lucra cu obiectele și mijloacele de muncă ale căror proprietăți, forme și moduri de acționare oglindesc nivelul tehnic la care societatea a ajuns în dezvoltarea ei istorică. Mai întîi sînt create condiții materiale pentru creșterea productivității muncii și numai apoi această creștere are loc pe baza acestor condiții. Pentru valorificarea la timp a acestor condiții, se impune stabilirea unor norme de muncă care să reflecte noua situație. Prin aceasta putem afirma că normele de muncă asigură utilizarea forțelor de producție la nivelul dezvoltării acestora.

Fiecare ciclu de producție trebuie să se realizeze la un nivel superior celui precedent, iar aceasta se poate obține prin perfecționarea metodelor de muncă, prin acumularea de experiență și crearea de condiții materiale, prin organizarea producției la nivelul crescînd al dezvoltării bazei tehnico-materiale. Această organizare se poate realiza numai prin normarea tehnică a muncii, parte esențială a pregătirii fiecărui ciclu de producție. Normarea tehnică a muncii are ca efect valorificarea condițiilor materiale și organizatorice nou apărute pentru creșterea productivității muncii și dezvoltării producției materiale. Normarea muncii are ca rezultat orientarea desfășurării procesului de producție pe linia celei mai mari productivități a muncii, a folosirii optime a mijloacelor de producție.

Caracterul progresiv al normelor de muncă reflectă încă odată rolul activ al acestora în organizarea producției și a muncii, în creșterea productivității muncii.

Normarea tehnică a muncii permite cunoașterea prealabilă a posibilităților de producție a utilajelor și a volumului de muncă necesar pentru punerea lor în valoare, permite să se coordoneze în timp activitatea muncitorilor pe locuri de muncă, evitîndu-se așteptările sau circulația inutilă între secții și ateliere, realizînd și o echilibrare a încărcării locurilor de muncă, a executanților și mașinilor. Această echilibrare face posibilă în același timp utilizarea mai bună a timpului de folosire a utilajelor și a oamenilor, întărirea disciplinei în muncă și a disciplinei tehnologice, permite adîncirea diviziunii muncii.

Modificarea unor timpi elementari, care formează norma de timp, este posibilă și ca urmare a proiectării unor procese de muncă îmbunătățite, prin care conținutul metodelor de muncă apare precizat în mod sistematic pentru toți executanții la procesul de producție respectiv, și este posibilă numai ca urmare a introducerii și extinderii normării tehnice a muncii. Reducerea efortului executanților și creșterea eficacității acestora ca rezultat al normării muncii are ca efect și antrenarea executanților de a participa în mod fizic la perfecționarea necontenită a metodelor de muncă, de valorificare și generalizare a experienței acumulate de cei care participă la realizarea procesului de producție, a generalizării unei

atitudini înaintate față de muncă, contribuind din nou la reducerea timpilor elementari care stau la baza normelor de timp.

Reducerea timpilor elementari, ca urmare a introducerii și extinderii normării tehnice a muncii, se realizează prin mecanismul planificării. Normele de muncă stau la baza:

— repartizării lucrărilor pe executanți, permițînd încărcarea echilibrată a acestora în cadrul echipei și schimbului de muncă;

— întocmirii graficelor de transport a obiectelor muncii între locurile de muncă;

— echilibrarea încărcării liniilor tehnologice;

— pregătirii, programării, lansării și urmăririi realizării producției;

— îmbunătățirii planificării operative;

— întocmirii ciclului de fabricație pe atelier, secție, întreprindere, ca și pentru fiecare produs, lot de transport sau comandă în parte.

Normarea tehnică a muncii constituie unul dintre elementele importante pentru realizarea echității în retribuirea muncii și un instrument eficace pentru cointeresarea materială a executanților.

Capitolul 5

NORMAREA LUCRĂRILOR DE STRUNJIRE PE STRUNGURI NORMALE, CARUSEL ŞI REVOLVER

5.1. Introducere

În acest capitol sînt tratate următoarele operaţii de strunjire :

— longitudinală { exterioară ;
                  interioară ;

— frontală { de capăt ;
             exterioară ;
             interioară ;

— de retezare ;

— canale circulare la { exterior ;
                        interior ;

— profile la { exterior ;
               interior ;

— de racordare şi teşire la { exterior ;
                              interior.

5.1.1. Elemente de cinematica aşchierii

Mişcarea de aşchiere este mişcarea relativă dintre piesă şi sculă care generează suprafaţa prelucrată. În cazul strunjirii, mişcarea de aşchiere rezultă din compunerea mişcărilor simple :

— de rotaţie a arborelui principal (a piesei) ;

— de translaţie a saniei longitudinale şi/sau transversale.

Se consideră *mişcare principală* acea mişcare care are viteza v cea mai mare dintre toate componentele simultane, avînd deci direcţia cea mai apropiată de direcţia mişcării de aşchiere şi contribuţia principală în procesul de detaşare a aşchiei. Celelalte două mişcări notate cu vX şi vY, se numesc *mişcări de avans* (fig. 5.1) rezultanta lor fiind v.

5.1.2. Elementele regimului de aşchiere

Avansul (unitar) este mărimea deplasării de avans executată într-un ciclu al mişcării principale (o rotaţie a arborelui principal) şi se notează cu s [mm/rot].

Avansul paralel cu axa de rotație a mișcării principale se numește *avans longitudinal* (axial), iar cel într-un plan normal la axa de rotație a mișcării principale se numește *avans transversal*.

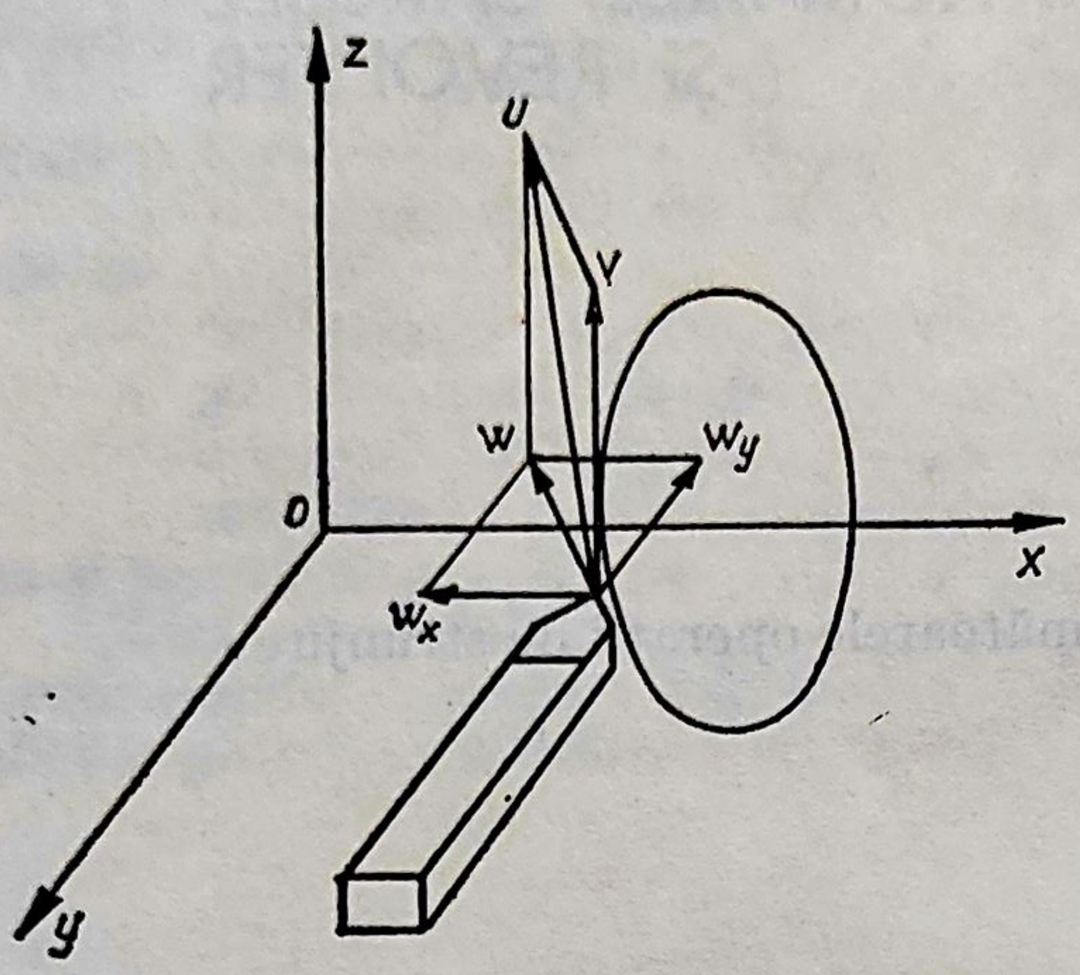


Fig. 5.1. Sistemul cinematic de referință al așchierii.

Lățimea *b* a așchiei nedetașate (fig. 5.2) este acea porțiune din lungimea tăișului principal al sculei, care se află în contact cu piesa prelucrată.

Adîncimea de așchiere t [mm] este proiecția pe un plan perpendicular pe direcția avansului a lățimii așchiei nedetașate.

Viteza mișcării principale *v* [m/min] se numește *viteză de așchiere*.

Notînd *turația* mișcării principale cu *n* [rot/min], se poate scrie relația

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} \approx \frac{nD}{318} \text{ [m/min]} \quad (5.1)$$

în care *D* [mm] este diametrul cu viteza periferică *v*.

Viteza de avans w, viteza mișcării de avans, este dată de relația

$$w = s \cdot n \text{ [mm/min]}. \quad (5.2)$$

5.1.3. Cuțite de strung

Cuțitul de strung se compune din :
— capul cuțitului, partea activă care participă direct la detașarea, sfărîmarea și evacuarea așchiei,
— corpul cuțitului care permite prinderea acestuia pe un suport adecvat al mașinii unelte.

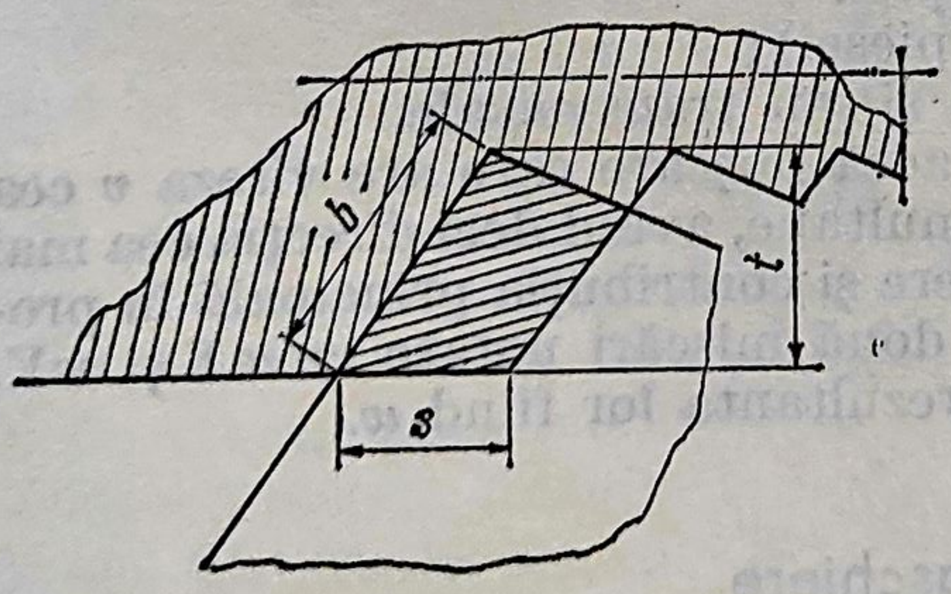


Fig. 5.2. Așchia nedetașată.

Partea activă a cuțitului de strung are unul sau mai multe tăișuri, rezerve pentru reascuțiri, fațete și canale pentru sfărîmarea și dirijarea așchiilor (fig. 5.3).

În cazul în care fața de așezare este o suprafață cilindrică, raza cilindrului se numește *raza la vîrf* a cuțitului și se notează cu *r* [mm].

Uzura normală a cuțitului se produce în vecinătatea tăișului principal prin apariția unei fațete de uzură și a unei raze de bontire (fig. 5.4.)

Alte uzuri ca ruperea vîrfului, cratere pe faţa de degajare, rizuri sub formă de pieptene pe faţa de aşezare, ca şi depunerile permanente pe tăiş sînt anormale şi se datoresc unor greşeli de ascuţire, montare, de alegere a sculei sau a regimului de aşchiere.

Cuţitul de strung este caracterizat de o serie de unghiuri formate între diversele feţe şi muchii ale capului cuţitului şi elementele părţii de

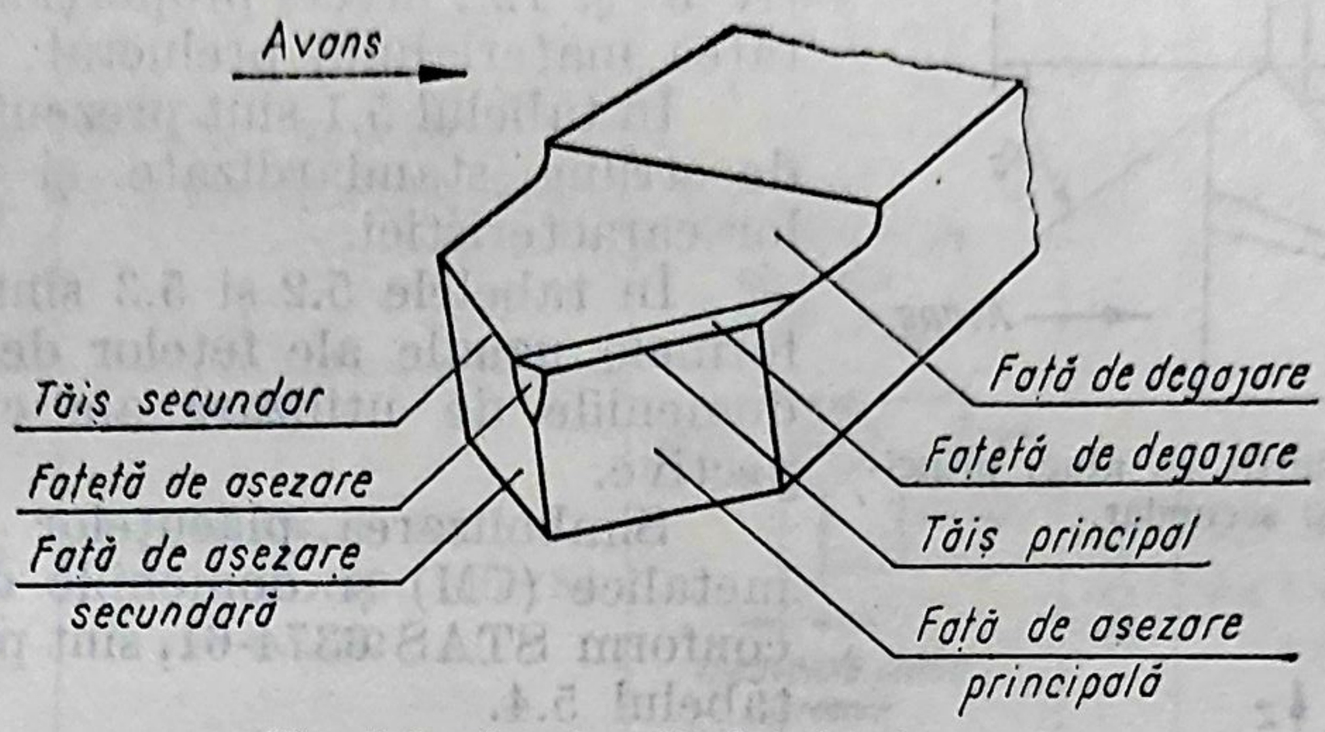


Fig. 5.3. Capul cuţitului de strung.

prindere ale sculei care definesc sistemul de referinţă constructiv al sculei. Din punct de vedere funcţional interesează *unghiurile active* care se formează între feţele şi muchiile capului cuţitului şi direcţiile mişcărilor de aşchiere : v, w_x, w_y, w şi u (fig. 5.1).

Aceste unghiuri influenţează mărimea componentelor apăsării de aşchiere, modul de formare a aşchiei, apariţia vibraţiilor, durabilitatea sculei, calitatea şi precizia suprafeţei prelucrate.

Unghiurile de atac-principal $\varkappa$, şi *secundar* $\varkappa_s$, sînt unghiurile formate între direcţia avansului şi direcţia tangentei la tăişul principal, respectiv la tăişul secundar, în punctul considerat (fig. 5.5).

Sînt recomandate următoarele unghiuri de atac principal :

$\varkappa < 30°$	pentru prelucrări cu adîncimi de aşchiere mici ;
$\varkappa = 30° \ldots 60°$	pentru toate prelucrările în condiţii obişnuite ;
$\varkappa > 60°$	pentru prelucrări la care deformările secundare şi vibraţiile nu pot fi reduse în alt mod.

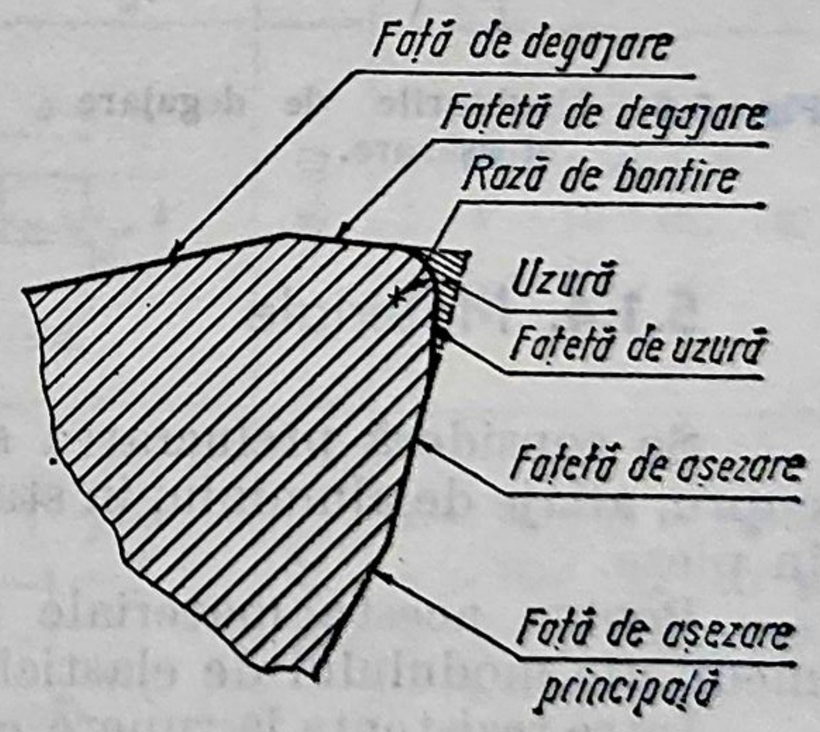


Fig. 5.4. Uzura normală a cuţitului de strung.

În general aceste două unghiuri ($\varkappa$ şi $\varkappa_s$) sînt alese în aşa fel încît unghiul între tăişul principal şi cel secundar să fie de circa 90°, aceasta pentru uşurarea eliminării căldurii şi mărirea durabilităţii tăişului.

Unghiul de degajare γ este unghiul format între planul tangent la fața de degajare și planul normal la direcția mișcării de așchiere.

Unghiul de așezare α este unghiul format între planul tangent la fața de așezare și planul tangent la suprafața prelucrată (fig. 5.6).

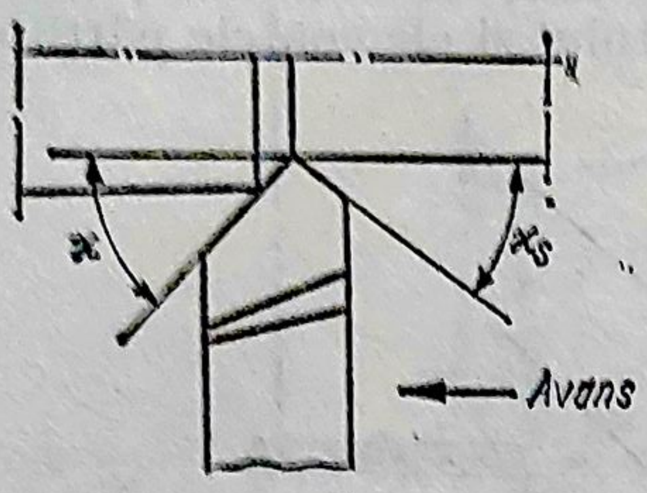


Fig. 5.5. Unghiurile de atac, principal și secundar.

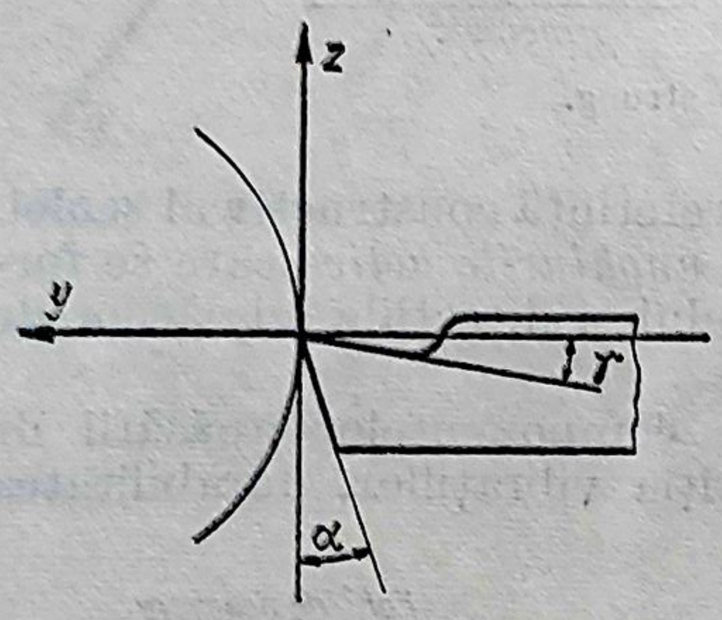


Fig. 5.6. Unghiurile de degajare și așezare.

Unghiurile de degajare și așezare au valori cuprinse între $-6°$ și $+20°$, respectiv $6°$ și $12°$, invers proporțional cu duritatea materialului prelucrat.

În tabelul 5.1 sînt prezentate cuțitele de strung standardizate și principalele lor caracteristici.

În tabelele 5.2 și 5.3 sînt prezentate formele uzuale ale fețelor de degajare și domeniile de utilizare ale cuțitelor respective.

Simbolizarea plăcuțelor din carburi metalice (CM) și domeniile de utilizare, conform STAS 6374-61, sînt prezentate în tabelul 5.4.

Forma plăcuțelor este stabilită prin STAS 6373/1-61, 6373/2-72 și 6373/3-72.

Plăcuțele schimbabile fără alezaj, STAS 9130-72, pot fi triunghiulare sau pătrate, cu sau fără unghiuri de așezare, cu grosimi între 3,18 și 4,77 mm.

Corespondența plăcuțelor din carburi metalice STAS cu cele standardizate în alte țări este dată în STAS R 6704-63.

Domeniile de utilizare, pentru sculele cu tăiș din oțel rapid (OR), conform STAS 7382-66, sînt prezentate în tabelul 5.5.

5.1.4. Materiale

Se consideră prelucrarea semifabricatelor din: oțel, fontă, aliaj de cupru, aliaje de aluminiu, în stare: trase la rece, laminate, forjate, turnate în piese.

Pentru aceste materiale au fost considerate următoarele valorile medii ale modulului de elasticitate indicate în tabelul 5.6.

Între rezistența la rupere σ_r și duritatea Brinell HB se admite în practică o relație de forma

$$HB = C_1 \cdot \sigma_r^{e_1}. \tag{5.3}$$

În funcție de conținutul de carbon și de elementele de aliere, oțelurile pot fi împărțite în trei grupe după criteriul asemănării relației între HB și σ_r conform tabelului 5.7.

Tabelul 5.1. **Cuțite de strung standardizate**

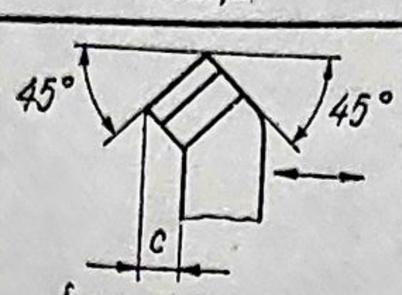
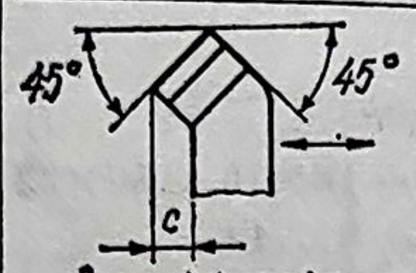
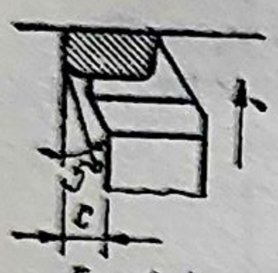
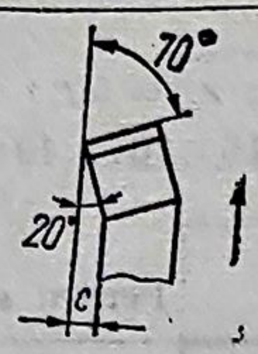
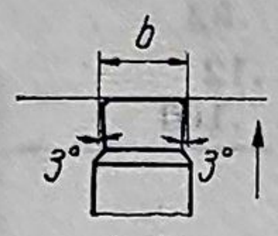
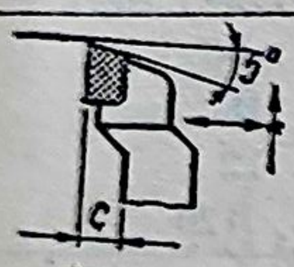
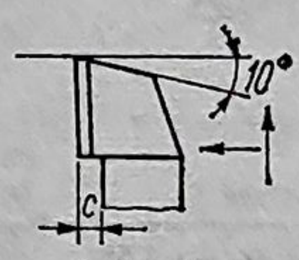
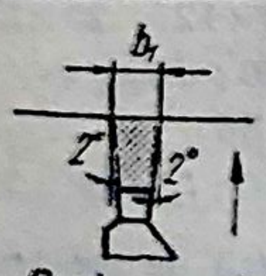
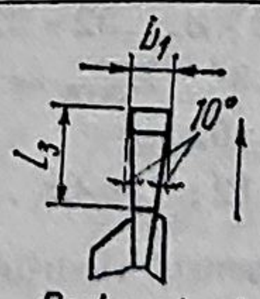
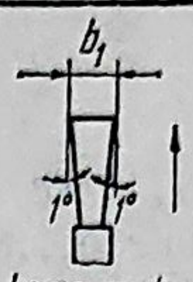
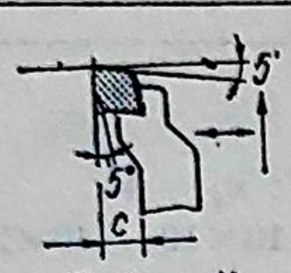
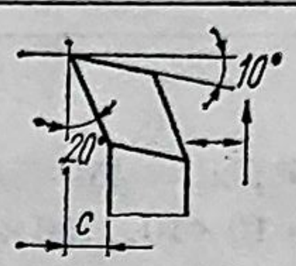
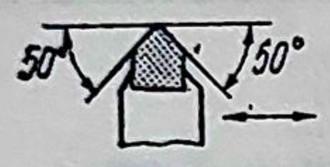
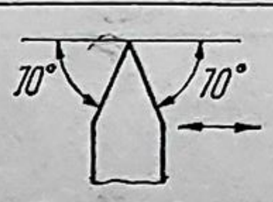
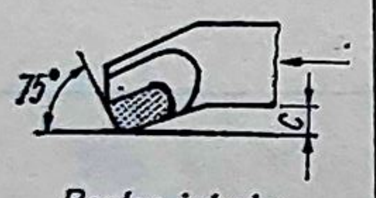
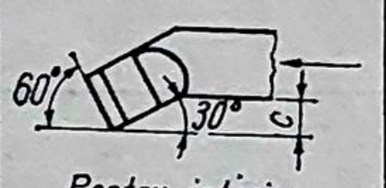
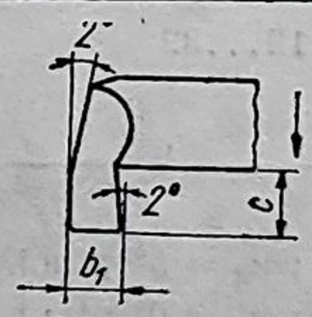
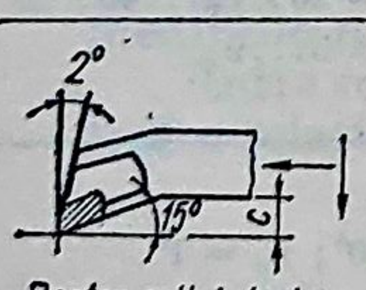
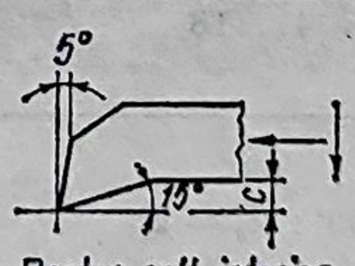
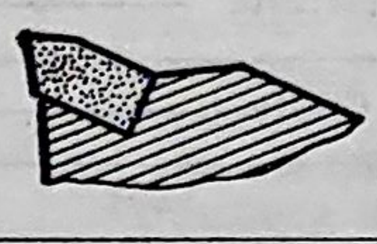
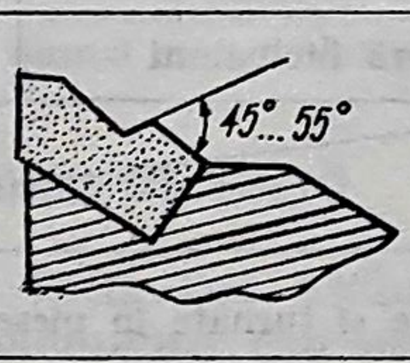
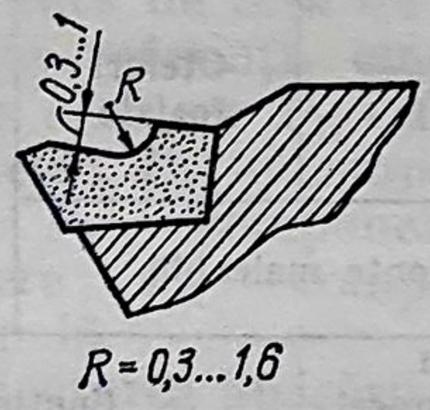
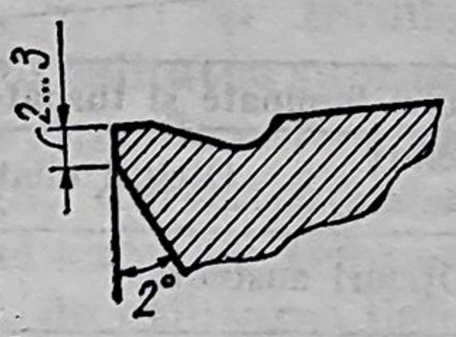
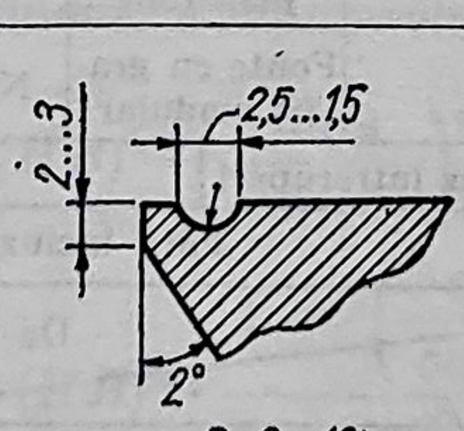
Pentru suprafețe exterioare					
Tăiș din carbură metalică			Tăiș din oțel rapid		
Schița	STAS	Dimensiuni caracteristice	Schița	STAS	Dimensiuni caracteristice
Drepte pentru degroșare dreapta-stînga	6376-67	$\varkappa = 70°$; $\varkappa_s = 20°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 50 \times 50$	 Încovoiate pentru degroșare dreapta-stînga	351-67	$\varkappa = 70°$; $\varkappa_s = 20°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 40 \times 25$
Încovoiate pentru degroșare dreapta-stînga	6377-67	$\varkappa = 45°$; $\varkappa_s = 45°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 50 \times 50$ $c = 6 \ldots 22$	 Încovoiate pentru degroșare dreapta-stînga	352-67	$\varkappa = 45°$; $\varkappa_s = 45°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 40 \times 25$ $c = 6 \ldots 12$
 Frontale dreapta-stînga	6382-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 5°$ $h \times b = 20 \times 20 \ldots 50 \times 50$ $c = 10 \ldots 25$	 Frontale dreapta-stînga	358-67	$\varkappa = 70°$; $\varkappa_s = 20°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 40 \times 25$ $c = 4 \ldots 12$
Late	6380-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 3°$ $h \times b = 20 \times 12 \ldots 50 \times 32$ $l = 12 \ldots 32$	 Late	355-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 3°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 40 \times 25$ $l_3 = 10 \ldots 25$
 Laterale dreapta-stînga	6381-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 5°$ pt.a.l. $\varkappa = 95°$; $\varkappa_s = 0°$ pt.a.t. $h \times b = 10 \times 10 \ldots 50 \times 50$ $c = 4 \ldots 18$	 Laterale	359-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_c = 10°$ pt.a.l. $\varkappa = 100°$; $\varkappa_s = 0°$ pt.a.t. $h \times b = 20 \times 12 \ldots 40 \times 25$ $c = 5 \ldots 9$
 Pentru canelat dreapta-stînga	6383-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 2°$ $h \times b = 12 \times 8 \ldots 50 \times 32$ $l_1 = 12 \ldots 40$ $b_1 = 3 \ldots 12$	 Pentru retezat dreapta-stînga	356-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 1°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 32 \times 20$ $l_3 = 6 \ldots 32$ $b_1 = 2{,}5 \ldots 6$

Tabela 5.1 (continuare)

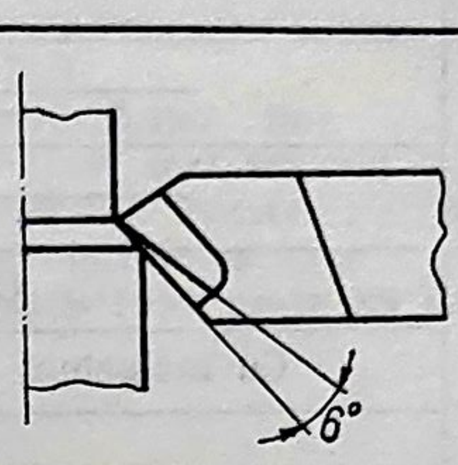
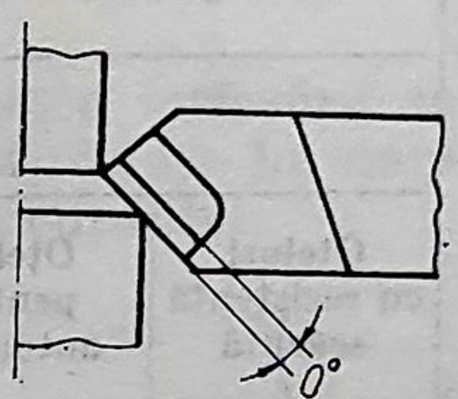
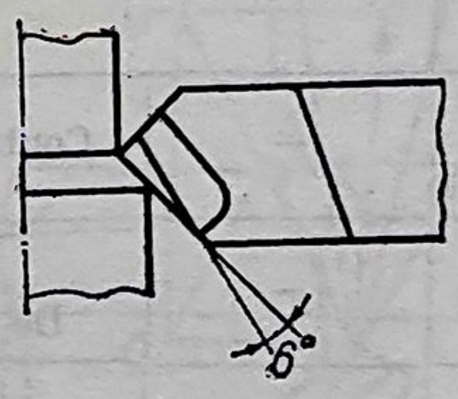
Tăiș din carbură metalică			Tăiș din oțel rapid		
Schița	STAS	Dimensiuni caracteristice	Schița	STAS	Dimensiuni caracteristice
Pentru suprafețe exterioare					
—		—	 Lama pentru retezat	354-67	$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 1°$ $h \times b = 12 \times 3 \ldots 35 \times 7{,}5$ $l = 100 \ldots 150$ $b_3 = 3 \ldots 6$
 Pentru cuțit dreapta-stînga	6379-67	$\varkappa = 95°$; $\varkappa_s = 5°$ $h \times b = 16 \times 16 \ldots 50 \times 32$ $c = 5 \ldots 14$	 Pentru cuțit dreapta-stînga	6312-67	$\varkappa = 110°$; $\varkappa_s = 10°$ pt.a.l. $\varkappa = 100°$; $\varkappa_s = 23°$ pt.a.t. $h \times b = 10 \times 10 \ldots 50 \times 32$ $c = 4 \ldots 14$
 Drepte finisare	6378-67	$\varkappa = 50°$; $\varkappa_s = 50°$ $h \times b = 16 \times 10 \ldots 40 \times 25$	 Drepte finisare	6313-67	$\varkappa = 70°$; $\varkappa_s = 70°$ $h \times b = 10 \times 10 \ldots 40 \times 25$
Pentru suprafețe interioare					
 Pentru interior	6384-67	$\varkappa = 75°$; $\varkappa_s = 15°$ $h \times b = 8 \times 8 \ldots 32 \times 32$ $d = 8 \ldots 32$; $D_{min} = 14 \ldots 52$ $c = 3 \ldots 12$ $l_2 = 40 \ldots 160$	 Pentru interior	356-67	$\varkappa = 60°$; $\varkappa_s = 30°$ $h \times b = 16 \times 16 \ldots 25 \times 25$ $d = 12 \ldots 20$; $D_{min} = 22 \ldots 36$ $d_1 = 14 \ldots 26$ $c = 6 \ldots 10$ $l_4 = 63 \ldots 100$
—		—	 Pentru degroșat		$\varkappa = 90°$; $\varkappa_s = 2°$ $h \times b = 12 \times 12 \ldots 32 \times 32$ $d = 10 \ldots 25$; $D_{min} = 22 \ldots 50$ $c = 8 \ldots 18$ $b_1 = 5 \ldots 12$ $l_3 = 50 \ldots 120$
 Pentru colț interior	6385-67	$\varkappa = 92°$; $\varkappa_s = 15°$ $\varkappa = 105°$; $\varkappa_s = 2°$ $h \times b = 8 \times 8 \ldots 32 \times 32$ $d = 8 \ldots 32$; $D_{min} = 14 \ldots 52$ $c = 3 \ldots 12$; $l_2 = 40 \ldots 160$	 Pentru colț interior	357-67	$\varkappa = 95°$; $\varkappa_s = 15°$ $\varkappa = 105°$; $\varkappa_s = 5°$ $h \times b = 12 \times 12 \ldots 25 \times 25$ $d = 6 \ldots 20$; $D_{min} = 20 \ldots 36$ $c = 4 \ldots 10$; $l_4 = 40 \ldots 100$

Observații. Săgețile indică sensul avansului sculei. D_{min} este diametrul minim al găurii de prelucrat cu cuțitul.
S-a notat: pt.a.l. = pentru avans longitudinal și pt.a.t. = pentru avans transversal.
Restul notațiilor sînt conform STAS.

Tabelul 5.2. **Forma feţei de degajare a cuţitului de strung**

Material tăiş	Denumire	Simbol	Secţiune cu planul XAZ	Utilizare
Carbură metalică (CM)	Normală, fără prag	*N*		Generală
	Cu prag unghiular	*U*		Conform tabelului 5.3
	Cu prag rotunjit	*R*		
Oţel rapid (OR)	Plană fără canal	*P*		Generală
	Concavă cu canal	*C*		Conform tabelului 5.3

Tabelul 5.3. **Înclinarea pragului sau canalului pentru sfărîmarea şi dirijarea aşchiilor**

Schiţa	Utilizarea
	Degroşare cu aşchie continuă
	Generală
	Finisare

Tabelul 5.6. **Modulul de elasticitate mediu**

Material	Modulul de elasticitate mediu E[daN/mm²]
Oţeluri	$2{,}1 \cdot 10^4$
Fonte	$1{,}4 \cdot 10^4$
Aliaje de Cu	$1{,}1 \cdot 10^4$
Aliaje de Al	$0{,}68 \cdot 10^4$

Tabelul 5.4. **Plăcuțe din carburi metalice pentru cuțite de strung**

Simbol plăcuță				→ Descreşte tenacitatea plăcuței →					
				→ Creşte duritatea plăcuței →					
← X	X	X	↓	50	40	30	20	10	01
P	UTILIZARE	Materiale prelucrate	*t* max	→ Descreşte →					
			s max	→ Descreşte →					
			D max	→ Creşte →					
			Aşchie	Cu întreruperi					
			Strunjite	Cu incluziuni		Fără incluziuni		Continuă	
				De degroşare				De finisare	
				Oţeluri laminate şi turnate în piese					
				Oţeluri cu rezistenţă scăzută	Oţeluri pentru automate	—	Oţeluri forjate	—	
				—		Fonte maleabile			
			Aşchie	—	Continuă		Cu întreruperi şi incluziuni	Continuă	
			Strunjite	—	De degroşare			De finisare	
M		Materiale prelucrate		—	Oţeluri laminate şi turnate în piese				—
					Oţeluri pentru automate şi oţeluri cu rezistenţă scăzută		Oţeluri refractare	Oţeluri aliate cu Mn	
							Oţeluri austentice	Oţeluri inoxidabile	
							Fonte cenuşii		
							Fonte maleabile	Fonte aliate	
							Fonte cu grafit modular	Neferoase	
			Aşchie		Cu întreruperi				Continuă
					Cu incluziuni		Fără incluziuni		
			Strunjite	—	De degroşare			De finisare	
K		Materiale prelucrate		—	Fonte cenuşii cu duritate mică		Fonte cenuşii dure	Fonte dure	
					Oţeluri cu rezistenţă scăzută		Oţeluri călite		
					Neferoase cu duritate mică		Neferoase dure		
					Nemetalice cu duritate mică		Nemetalice dure		

Tabelul 5.5. **Domeniile de utilizare a sculelor cu tăiş din oţel rapid**

Simbol nou	Simbol vechi	Utilizare
Rp 1	—	Prelucrări cu viteze foarte mari, fără lichid de aşchiere în condiţii grele de uzură şi temperatură
Rp 6*)	—	
Rp 2	RK 50	Prelucrări cu viteze foarte mari la materiale foarte dure
Rp 3	RW 180	Utilizare generală, pentru prelucrarea cu viteze mari a materialelor cu duritate ⩽ 280 HB
Rp 4	RW 80	Înlocuieşte Rp3 în cazul prelucrărilor fine
Rp 5	RMo50	Înlocuieşte Rp3 cu productivitate mai scăzută
Rp 7*)	—	Prelucrarea materialelor rezistente (peste 100 daN/mm²), a aliajelor refractare cu viteze mari de aşchiere
Rp 8)	—	Prelucrarea materialelor cu rezistenţă peste 85 daN

*) Se elaborează numai cu acordul producătorului.

5.1.5. Dinamica aşchierii

Se admite că formarea aşchiei se datoreşte forfecării succesive a unor pachete de elemente din stratul aşchiat, aduse în stare plastică, de presiunea exercitată de faţa de degajare a cuţitului.

În sistemul de referinţă cinematic apăsarea totală de aşchiere P_Σ este definită de componentele: P_X — componenta axială, de avans; P_Y — componenta radială, de respingere; P_Z — componenta tangenţială, principală.

Mărimea şi orientarea apăsării totale de aşchiere depind de: adîncimea de aşchiere t, de avansul, s, de caracteristicile geometrice ($\varkappa$, $\varkappa_s$, γ, r) şi termice ale capului cuţitului, de calitatea suprafeţei şi forma feţei de degajare, de caracteristicile mecanice (rezistenţă, duritate) şi termice ale materialului prelucrat, de temperatura în zona de aşchiere, de utilizarea lichidelor de aşchiere, de coeficientul de frecare piesă-sculă, de uzura tăişului etc.

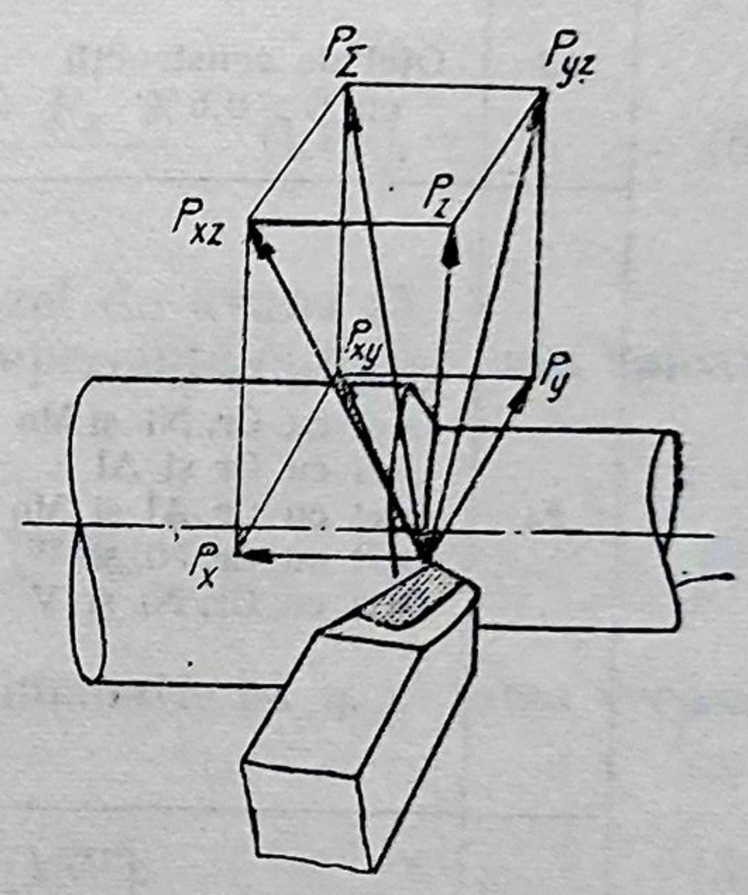


Fig. 5.7. Apăsările de aşchiere.

Se vor considera următoarele expresii ale componentelor apăsării de aşchiere:

$$P_X = C_X (HB)^{e_2} \cdot \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45°}\right)^{0,5} \cdot K_X \cdot t \cdot s^{0,4} \quad [\text{daN}] \qquad (5.4)$$

$$P_Y = C_Y \cdot (HB)^{e_2} \cdot \frac{1 + \left(\frac{\cos \varkappa}{\cos 45°}\right)^2}{2} \cdot K_Y \cdot t^{0,9} \cdot s^{0,75} \quad [\text{daN}] \qquad (5.5)$$

$$P_Z = C_Z \cdot (HB)^{e_2} \cdot \left(\frac{\sin 45°}{\sin \varkappa}\right)^{0,25} \cdot K_Z \cdot t \cdot s^{0,75} \quad [\text{daN}] \qquad (5.6)$$

Tabelul 5.7. **Coeficienți și exponenți pentru relația (5.2)**

Grupa	Subgrupa	Material (oțel)		C_1	e_1
		Denumire	Marca		
1	11	Oțel pentru automate	AUT 12 ; AUT 30	2,190	1,061
	12	Oțel carbon cu C ⩽ 0,6 %	OL 00 ;. . . ;OL 70(K) OLC 10 ; . . . ;OLC 55 ARC 6A OSL 1 OT 40(1, 2, 3) ;. . . ; OT 60(1, 2, 3)		
2	21	Oțel cu Ni Oțel cu Cr și Ni	13 CN 17 ; 13 CN 30 ; 13 CN 35 15 CN 15 ; 19 CN 35 ; 35 CN 15 41 CN 12 ; 45 CN 12	3,093	0,984
	22	Oțel cu Cr	15 C 08 ; 20 COB ; 35 C 10 40 C 10 ; 45 C 10 OSL 4 ; OSL 5 C 15 ; C 120		
	23	Oțel de construcții cu C > 0,6 %	OL 70(K) ; OLC 60(x) ARC 6 ; ARC 7 ; ARC 10 OSC 7 ;. . . ; OSC 13 OSL 2 ; OSL 3		
	24	Oțel cu Cr și Mo Oțel cu Cr, Ni și Mo Oțel cu Cr și Al Oțel cu Cr, Al și Mo Oțel cu Cr, Ni și W Oțel cu Cr, Ni și V	25 MoC 11 ; 30 MoC 10 33 MoC 11 ; 36 MoC 10 41 MoC 11 ; 18 MoCN 06 18 MoCN 13 ; 30 MoCN 20 34 MoCN15 ; 36 MoCN 10 40 MoCN 15 ; 20 MoN 35 38 MoCA 09 ; 39 CA 06 ARC 1 ; CVW 10 ; CVW 50 16 CNW 10 ; 25 CNW 10 ; WCN 40 MoCN 15 ; 50 CV 11 ; VC 06 VWC 50 ; VWC 62 ; VCW 85 WC 80 ; VSC W 45 ; VSC W 20 T 35 ; MoCN 08 ; T30 MoCN 14		
	25	Oțel cu Cr și Mn Oțel cu Cr și Si Oțel cu Si Oțel cu Si și Mn Oțel cu Si și Ni Oțel cu Cr, Mn și Ni	18 MC 10 ; 38 SC 15 ; 21 TMC 12 28 TMC 12 ; 27 MS 12 ; 35 MS 12 15 Mo MC 12 ; 21 MoMC 12 ; 35 CMS 13 ; 30 SMCN 16 ; 16 MCN 15 ARC 2 ;. . . ;ARC 5 ; ARC 5 A ARC 8 ; ARC 9 ; ARC 12 ; ARC 13 RUL 1 ; RUL 2 MCW 14 ; VM 18 ; WSCW 9 CS 14 ; VSC 13 ; T 30 SM 12 T 40 VM 17 ; T 35 SCM 11 ; 31 CM S 10		
3	31	Oțel cu Mn	ARC 11 31 M 14 ; 35 M 16 ; 45 M 16 65 M 10 ; T 20 M 14 ; T 35 M 14 T 40 MN 07 ; T 40 M 11	20,34	0,589

în care : HB este duritatea Brinell a materialului prelucrat ;
$\varkappa$ — unghiul de atac principal ;
K_X, K_Y, K_Z sînt coeficienţi reprezentînd influenţa unor factori secundari ; atunci cînd aceşti coeficienţi nu sînt explicitaţi se consideră egali cu 1 ;
C_X, C_Y, C_Z şi e_2 iau valorile din tabelul 5.8.

Tabelul 5.8. **Coeficienţi şi exponenţi pentru relaţiile (5.4), (5.5) şi (5.6)**

Material	Duritate HB	CX	C_Y	C_Z	e_2
Oţeluri şi aliaje de Al	$\leqslant 170$	11,16	18,13	27,9	0,35
	> 170	1,43	2,32	3,57	0,75
Fontă şi aliaje de Cu	$\leqslant 170$	3,19	3,66	6,64	0,50
	> 170	2,47	2,83	5,14	0,55

Puterea efectivă de aşchiere este

$$N_{ef} = \frac{P_X \cdot w_X + P_Y \cdot w_Y + P_Z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1{,}36} \quad [\text{kW}], \tag{5.7}$$

în care w_X şi w_Y sînt componentele vitezei de avans (5.1).

Primii doi termeni ai numărătorului reprezintă circa 2% din valoarea celui de al treilea, astfel încît

$$N_{ef} \approx \frac{P_Z \cdot v}{6000} \quad [\text{kW}]. \tag{5.8}$$

Notînd randamentul întregului lanţ cinematic cu η, puterea necesară a motorului este

$$N \approx \frac{P_Z \cdot v}{6000 \cdot \eta} \quad [\text{kW}]. \tag{5.9}$$

5.1.6. Lichide de ungere şi răcire

Principalele funcţiuni ale lichidelor de ungere şi răcire (de aşchiere) sînt :
— răcirea zonei de lucru, în special a tăişului sculei ;
— reducerea frecărilor prin lubrifiere ;
— separarea (spălarea-dispersarea) aşchiilor de piesă şi de sculă.

Lichidele de răcire şi ungere pot conţine apă (soluţii apoase sau emulsii cu uleiuri) sau numai uleiuri, care pot fi simple sau amestecate (compoundate).

În general sînt utilizate uleiuri minerale sau sintetice adiționate cu aditivi: detergenți-dispersanți, anticorosivi, antispumanți, antibactericizi, modificatori de onctuozitate pentru extremă presiune (EP).

În tabelul 5.9 sînt prezentate lichidele de răcire și ungere (de așchiere) românești, de utilizare generală. Vîscozitatea variază între 1,3°E (P1) și 10,5°E (PS1) la 50°C.

Tabelul 5.9. **Lichide de răcire și ungere de așchiere românești**

Tip ulei	Caracteristici	Utilizare
PE1	Emulsionabil, anticorosiv, antibactericid	Debitare, strunjire, găurire, frezare alezare
PE_2	Emulsionabil, anticoroziv, antibactericid, aditivat EP	Prelucrări în condiții grele, prelucrarea fontelor dure
P_1B	Inactiv, antioxidant, detergent, antispumant, dispersant	Rectificare profilată, rectificare danturi, calibrare
P_2A	Ulei mineral 102 + ulei rapiță sulfurizat, antiuzură, antirugină detergent, dispersant și EP	Danturare, broșare
P_4C *tip 1*	Ulei mineral, antioxidant, detergent, dispersant, antirugină, EP	Găurire adîncă, canelare, alezare filetare, prelucrări pe mașini automate
P_4C *tip 2*	Idem P_4C tip 1 cu anctuozitate și vîscozitate mai mare	Broșare, danturare

5.2. Determinarea timpului de bază la strunjire

Timpul de bază este timpul în cursul căruia un executant efectuează — cu ajutorul strungului și al SDV-urilor corespunzătoare — sau supraveghează lucrări necesare pentru modificarea nemijlocită a dimensiunilor formei, proprietăților, stării obiectului muncii. Conform STAS 6909—65 acest timp se notează cu t_b și se măsoară în min-om.

Timpul de bază, adică timpul necesar pentru strunjirea unei suprafețe, este definit prin relația

$$t_b = \frac{L}{w} \cdot i = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{s \cdot n} \cdot i \qquad [\text{min}] \qquad (5.10)$$

în care: L este lungimea cursei de lucru a sculei în sensul avansului (vezi figura 5.8), mm;
w — viteza de avans, mm/min;
i — numărul de treceri necesar pentru executarea suprafeței respective;

l — lungimea suprafeței prelucrate, mm;
l_1 — distanța de pătrundere (intrare) a cuțitului, mm;

$$l_1 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varkappa} + (0{,}5 \ldots 2); \qquad (5.11)$$

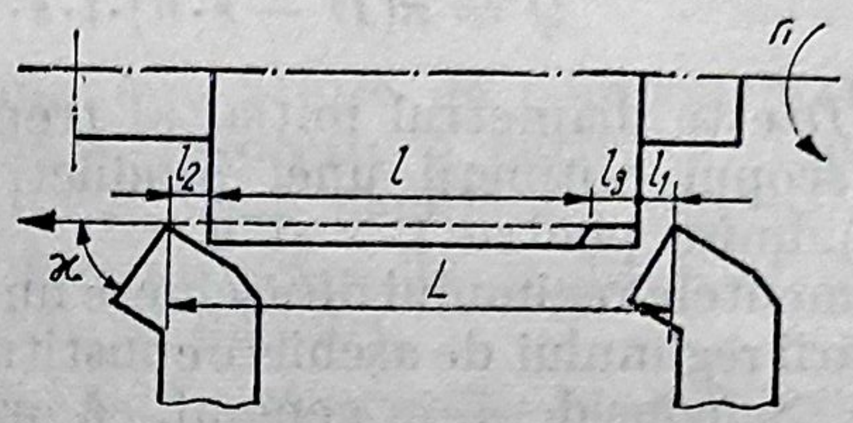


Fig. 5.8. Elementele cursei de lucru a cuțitului.

l_2 — distanța de depășire (ieșire) a sculei; $l_2 = 0 \ldots 5$ mm;
l_3 — lungimea suprafeței prelucrate pentru așchia de probă; $l_3 = 0 \ldots 10$ [mm];
s — avansul, mm/rot;
n — turația piesei, rot/min.

Relația (5.10) devine: $t_b = \dfrac{l + \dfrac{t}{\operatorname{tg} \varkappa} + (0{,}5 \ldots 17)}{s \cdot n}$ [min] (5.12)

5.2.1. Determinarea regimurilor de așchiere

Elementele regimului de așchiere, adîncimea t, avansul s, viteza de așchiere v (sau turația n) sînt determinate de o serie de factori care pot fi grupați astfel:

- relativ la semifabricat și piesă:
  - material, calitate stare, tratament termic;
  - adaosul tehnologic de prelucrare;
  - forma, dimensiunile și plasarea suprafeței prelucrate;
  - forma, dimensiunile și plasarea suprafețelor de bazare;
  - condiții tehnologice (rugozități, precizii etc.);
- relativ la sculă:
  - materialul părții așchietoare;
  - forma și dimensiunile capului cuțitului;
  - forma și dimensiunile tăișului;
  - durabilitatea impusă tăișului sculei;
- relativ la mașina-unealtă:
  - posibilități de prindere a pieselor și sculelor;
  - game de avansuri și turații;
  - momente maxim admise de sistemele cinematice;
  - puterea disponibilă pentru așchiere;
- relativ la alte condiții de prelucrare:
  - utilizarea unor lichide de așchiere.

Productivitatea operațiilor de strunjire poate fi măsurată cu debitul de așchii care în cazul strunjirii longitudinale este

$$Q = \pi(D - t)\cdot t\cdot s\cdot n \ [\text{mm}^3/\text{min}], \tag{5.13}$$

iar în cazul strunjirii cu avans transversal este

$$Q = \pi(D - s\cdot n)\cdot t\cdot s\cdot n \ [\text{mm}^3/\text{min}], \tag{5.14}$$

în care D este diametrul inițial al treptei prelucrate, mm.

În scopul obținerii unei productivități maxime se caută valorile maxim admise pentru t, s și n.

Elementele regimului de așchiere nu sînt însă independente; problema optimizării regimului de așchiere constituie subiectul multor lucrări de specialitate. Se consideră, în general, că ordinea importanței, și deci ordinea în care trebuie determinate aceste elemente, este: $t \rightarrow s \rightarrow v$ (5.16). Majoritatea limitărilor impuse de factorii enumerați acționează asupra parametrilor t, s, sau asupra parametrilor t, s, v, astfel încît pentru determinarea unui parametru se vor face anumite ipoteze asupra celorlalți. După determinarea unei prime soluții se procedează prin iterații succesive. Dacă se lucrează cu mijloace moderne de calcul, soluția este găsită după o singură iterație în circa 85% din cazuri și după două iterații în peste 95% din cazuri. *Pentru calculul obișnuit (fără calculator) se vor utiliza direct tabelele date în acest capitol.*

5.2.1.1. **Adîncimea de așchiere.** O parte dintre factorii enumerați (adaosul de prelucrare A, mm, lungimea tăișului principal l_t, mm, și unghiul de atac principal $\varkappa$), acționează direct asupra adnîcimii de așchiere, astfel:

$$t \leqslant A \ [\text{mm}]; \tag{5.15}$$

$$t_1 = 0{,}8 \ l_t \cdot \sin \varkappa \ [\text{mm}], \tag{5.16}$$

t_1 fiind adîncimea de așchiere maxim admisă de lungimea activă a tăișului principal, mm.

În tabelul 5.10 sînt date valorile t_1 pentru unghiurile de atac principal și lungimile cuțitelor standardizate.

Tabelul 5.10. **Adîncime de așchiere t_1 maxim admisă de lungimea tăișului**

Unghi de atac principal $\varkappa$	Lungimea tăișului principal, mm								
	8	10	12	16	20	25	32	40	50
	Adîncime de așchiere, t_1 t mm								
30	3,20	4,00	4,80	6,40	8,00	10,00	12,80	16,00	20,00
45	4,53	5,66	6,79	9,05	11,31	11,14	18,10	22,63	28,28
50	4,90	6,13	7,35	9,81	12,26	15,32	19,61	24,51	30,64
60	5,54	6,93	8,31	11,09	13,86	17,32	22,71	27,71	34,64
70	6,01	7,52	9,02	12,03	15,04	18,79	24,06	30,07	37,59
75	6,18	7,73	9,27	12,36	15,45	19,32	24,73	30,91	38,64
90	6,40	8,00	9,60	12,80	16,00	20,00	25,60	32,00	40,00
95	6,38	7,97	9,56	12,75	15,94	19,92	25,50	31,88	39,85

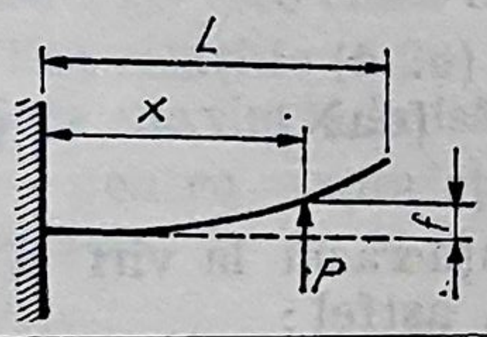
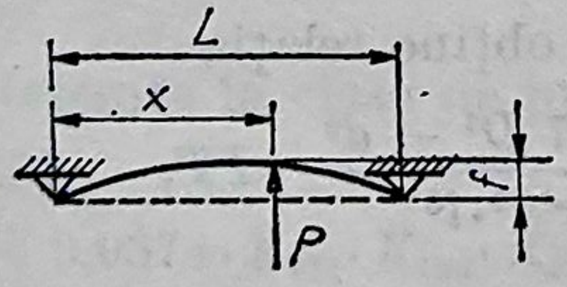
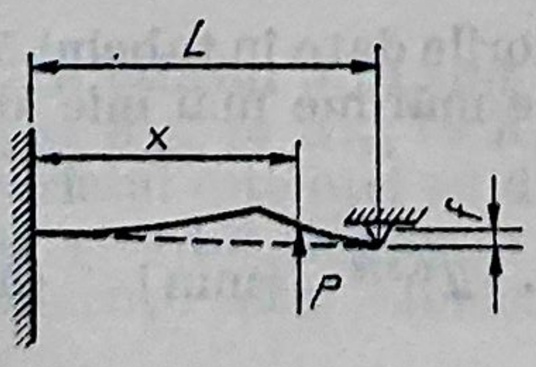
Apăsarea de așchiere provoacă fenomene secundare ca:
— încovoierea piesei sub acțiunea componentelor P_Y și P_Z;
— deformarea locală a pieselor cu pereți subțiri sub acțiunea componentei P_Y;
— încovoierea corpului cuțitului sub acțiunea componentei P_Z;
— comprimarea plăcuței din carburi metalice sub acțiunea componentei P_Z.

Se poate arăta că valorile maxime atinse de componentele P_X și P_Y nu pot provoca flambarea piesei, respectiv a cuțitului. Încovoierea cuțitului provocată de componenta P_X este neglijabilă. Suprasolicitarea ghidajelor mașinii sau a mecanismului de avans, în practică, apare numai prin depășirea importantă a celorlalte limitări.

a. **Încovoierea piesei.** În tabelul 5.11 sînt prezentate: expresia săgeții în punctul de aplicare a forței și abscisa punctului de săgeată maximă pentru modurile de prindere uzuale.

În tabelul 5.11 sînt folosite notațiile:
f — săgeata în punctul de aplicare a forței, mm;
P — forța aplicată, daN;
x — abscisa punctului de aplicare a forței, mm;

Tabelul 5.11. **Săgeata de încovoiere a piesei**

Nr. crt.	Schiță	Relația de calcul a săgeții în punctul de aplicare a forței	Abscisa punctului de săgeată maximă
1	Prindere în universal 	$f = \frac{Px^3}{3EI}$ [mm] (5.17)	$x_m = L$
2	Prindere între vîrfuri 	$f = \frac{Px^2(L-x)^2}{3EIL}$ [mm] (5.18)	$x_m = L/2$
3	Prindere în universal și vîrf 	$f = \frac{Px^3(L-x)^2(4L-x)}{12\,EIL^3}$ [mm] (5.19)	$x_m = (2-\sqrt{2})L$ $x_m = 0{,}586\,L$

L — lungimea totală în consolă, respectiv distanța între reazeme, mm;
E — modul de elasticitate al materialului piesei (tabelul 5.6), daN/mm²;
I — momentul de inerție al piesei, mm⁴.

Considerînd piesa ca bară cu secțiune plină sau inelară, momentul de inerție este dat de relația

$$I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \approx 0{,}05\,(D^4 - d^4) \quad [\text{mm}^4] \qquad (5.20)$$

în care D este diametrul exterior, mm, iar d diametrul interior, mm.

Se observă că numai variația săgeții de încovoiere de-a lungul suprafeței prelucrate influențează abaterile dimensionale ale acesteia, astfel că, punînd condiția ca săgeata maximă să nu depășească 1/4 din intervalul de toleranță admis IT, mm, se obține relația

$$P \leqslant 0{,}75 \cdot C_P \cdot \frac{E \cdot I \cdot IT}{l^3} \quad [\text{daN}], \qquad (5.21)$$

în care C_P ia valorile din tabelul 5.12, iar l este lungimea treptei prelucrate.

Tabelul 5.12. **Coeficient — C_p în funcție de prindere**

Prindere	În universal	Între vîrfuri	În universal și vîrf
C_p	1	16	34

Forța care provoacă încovoierea este

$$P = \sqrt{P_Y^2 + P_Z^2} \approx \frac{1{,}18 \cdot P_Z}{t^{0{,}02}} \cdot K_{YZr} \quad [\text{daN}], \qquad (5.22)$$

unde K_{YZr} este un coeficient care exprimă influența razei la vîrf a cuțitului r, mm, asupra rezultantei forțelor P_Y și P_Z, astfel:

$$K_{YZr} = 0{,}872 \cdot r^{0{,}19}. \qquad (5.23)$$

Din relațiile (5.21), (5.22), (5.6) și (5.20) se obține relația

$$t^{0{,}98} \cdot s^{0{,}75} \leqslant K_m \cdot C_p \cdot \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45°}\right)^{0{,}25} \cdot \frac{1{,}147\,D^4 - d^4}{r^{0{,}19} \cdot l^3} \cdot IT, \qquad (5.24)$$

în care $K_m = \dfrac{0{,}0312 \cdot E}{C_Z \cdot (HB)^{e_2}}$, (5.25) unde E are valorile date în tabelul 5.6, C_Z și e_2 au valorile date în tabelul 5.8 iar C_P are valorile date în tabelul 5.12. Presupunînd că avansul este cu circa un ordin de mărime mai mic decît adîncimea de așchiere, se obține relația

$$t_2 \approx 4{,}16\, K_{t31} \cdot K_{t32} \cdot K_{t33} \cdot K_{t34} \cdot \frac{(D^4 - d^4)^{0{,}538}}{l^{1{,}734}} \cdot IT^{0{,}578} \quad [\text{mm}], \qquad (5.26)$$

în care: t_2 este adîncimea de aşchiere maxim admisă de încovoierea piesei şi precizia prelucrării, mm;
D — diametrul exterior, mm;
d — diametrul interior, mm;

$$K_{t21} = 0{,}0651 \cdot \left(\frac{E}{C_z \cdot (HB)^{e_2}}\right)^{0{,}578}$$ are valorile date în tabelul 5.14; (5.27)

$$K_{t22} = C_P^{0{,}578}$$, are valorile date în tabelul 5.15; (5.28)

$$K_{t23} = \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45^\circ}\right)^{0{,}145}$$, are valorile date în tabelul 5.16; (5.29)

$$K_{t24} = \frac{1{,}081}{\gamma^{0{,}11}}$$, are valorile date în tabelul 5.17. (5.30)

Intervalul de toleranţă pentru suprafeţele netolerate (STAS 2300 -65) se determină, pentru execuţie mijlocie, cu relaţia

$IT = 0{,}096975 \cdot D_{Pr}^{0{,}4022}$ [mm], D_{pr} fiind diametrul prelucrat, mm (5.31)

Pentru suprafeţe torelate (STAS 8101-68), intervalul de toleranţă se determină cu relaţia:

$$IT = 0{,}289 \cdot 10^{-3} \cdot D_{pr}^{0{,}3578} \cdot e^{\left(\frac{0{,}4576 \cdot C_{ISO}}{D_{pr}^{0{,}00224}}\right)}$$ [mm], (5.32)

în care C_{ISO} este clasa de precizie ISO (e fiind funcţia exponenţială).

Din relaţiile (5.26) şi (5.31), respectiv (5.32), rezultă că adîncimea de aşchiere maxim admisă la strunjirea suprafeţelor va fi:

— pentru suprafeţe netolerate, execuţie mijlocie (conform STAS 2300-65;)

$$t_2 = 1{,}08 \cdot K_{t31} \cdot K_{t32} \cdot K_{t33} \cdot K_{t34} \cdot \frac{(D^4 - d^4)^{0{,}578} \cdot D_{pr}^{0{,}232}}{l^{1{,}734}}$$ [mm]; (5.33)

— tolerate în clasa de precizie C_{ISO}:

$$t_2 = 0{,}0374 \cdot K_{t31} \cdot K_{t32} \cdot K_{t33} \cdot K_{t34} \cdot \frac{(D^4 - d^4)^{0{,}578} \cdot D_{pr}^{0{,}207}}{l^{1{,}734}} \cdot e^{\left(\frac{0{,}2645 \cdot C_{ISO}}{D_{pr}^{0{,}00224}}\right)}$$ [mm]. (5.34)

În tabelul 5.13 sînt date adîncimile t_2 în condiţiile în care coeficienţii $K_{t21} = K_{t22} = K_{t23} = K_{t24} = 1$, adică: piesa este prinsă în universal; materialul este oţel cu duritate 195 HB; cuţitul are unghiul de atac principal $\chi = 45^\circ$ şi raza la vîrf $r = 2$ mm. Pentru alte condiţii se vor aplica coeficienţii din tabelele 5.14...5.17.

Tabelul 5.13. **Adîncime de așchiere t_a maxim admisă de încovoierea piesei și de precizia de prelucrare**

D ext. mm	*d* int. mm	Clasa de precizie ISO	Lungimea de prelucrare mm				*D* ext. mm	*d* int. mm	Clasa de precizie ISO	Lungimea de prelucrări mm		
			50	100	200	400				100	200	400
			Adîncimea de așchiere, t_a mm							Adîncimea de așchiere, t_a mm		
25	23	7	0,42	0,13	0,04	0,01	100	90	7	—	1,40	0,42
		8	—	0,17	0,05	0,01			8	—	1,82	0,55
		9	—	0,22	0,06	0,02			9	—	2,36	0,71
		10	—	0,28	0,08	0,03			10	—	3,07	0,92
		11	—	0,36	0,11	0,03			11	—	3,99	1,20
		12	—	0,47	0,14	0,04			12	—	—	1,56
		Net.	—	—	0,19	0,06			Net.	—	—	2,20
25	11	7	0,86	0,26	0,08	0,02	100	45	7	8,43	2,53	0,76
		8	1,12	0,34	0,10	0,03			8	—	3,29	0,99
		9	1,45	0,44	0,13	0,04			9	—	4,28	1,29
		10	1,89	0,57	0,17	0,05			10	—	5,56	1,67
		11	2,46	0,74	0,22	0,07			11	—	7,22	2,17
		12	3,20	0,96	0,29	0,09			12	—	—	2,82
		Net.	4,31	1,30	0,39	0,12			Net.	—	—	3,98
25	0	7	0,88	0,26	0,08	0,02	100	0	7	8,64	2,60	0,78
		8	1,14	0,34	0,10	0,03			8	—	3,37	1,01
		9	1,49	0,45	0,13	0,04			9	—	4,38	1,32
		10	1,93	0,58	0,17	0,05			10	—	5,69	1,71
		11	2,51	0,76	0,23	0,07			11	—	7,40	2,22
		12	3,27	0,98	0,30	0,09			12	—	9,61	2,89
		Net.	4,41	1,33	0,40	0,12			Net.	—	—	4,08
50	45	7	—	0,82	0,25	0,07	200	180	7	—	8,01	2,41
		8	—	1,06	0,32	0,10			8	—	—	3,13
		9	—	1,38	0,41	0,12			9	—	—	4,06
		10	—	1,79	0,54	0,16			10	—	—	5,27
		11	—	—	0,70	0,21			11	—	—	6,85
		12	—	—	0,91	0,27			12	—	—	8,89
		Net.	—	—	1,25	0,38			Net.	—	—	—
50	23	7	4,90	1,47	0,44	0,13	200	90	7	—	14,48	4,35
		8	6,36	1,91	0,58	0,17			8	—	18,81	5,65
		9	8,27	2,49	0,75	0,22			9	—	—	7,34
		10	—	3,23	0,97	0,29			10	—	—	9,54
		11	—	4,20	1,26	0,38			11	—	—	12,38
		12	—	5,46	1,64	0,49			12	—	—	16,08
		Net.	—	7,53	2,26	0,68			Net.	—	—	—
50	0	7	5,03	1,51	0,45	0,14	200	0	7	—	14,84	4,46
		8	6,53	1,96	0,59	0,18			8	—	19,27	5,79
		9	8,49	2,55	0,77	0,23			9	—	—	7,52
		10	—	3,32	1,00	0,30			10	—	—	9,77
		11	—	4,31	1,30	0,39			11	—	—	12,69
		12	—	5,61	1,69	0,51			12	—	—	16,48
		Net.	—	7,73	2,32	0,70			Net.	—	—	23,79

Observație. Net = Netolerat

Tabelul 5.14. **Coeficienţii pentru corectarea adîncimii de aşchiere t_2**

Duritate HB	Materialul			
	Oţel	Fontă	Aliaj de Cu	Aliaj de Al
	K_{t21}			
15	—	—	2,16	—
30	—	—	1,77	—
45	—	—	1,57	0,72
60	—	—	1,45	0,68
75	—	—	1,36	0,65
90	—	—	1,29	0,63
105	—	—	1,23	0,61
120	1,14	1,36	1,18	0,59
135	1,11	1,32	1,14	0,58
150	1,09	1,28	1,11	—
165	1,07	1,24	1,08	—
180	1,03	1,21	1,05	—
195	1,00	1,18	—	—
210	0,97	1,15	—	—
225	0,94	1,13	—	—
240	0,91	1,10	—	—
255	0,89	1,08	—	—
270	0,87	1,06	—	—
285	0,85	1,04	—	—
300	0,83	1,03	—	—
315	0,81	1,01	—	—
330	0,80	1,00	—	—
345	—	0,98	—	—
360	—	0,97	—	—
375	—	0,96	—	—

Tabelul 5.15. **Valorile coeficientului k_{t22}**

Prindere	În universal	Între vîrfuri	În universal şi vîrf
K_{t22}	1	4,97	7,67

Tabelul 5.16. **Valorile coeficientului k_{t23}**

Unghiul de atac principal $\varkappa$	30°	45°	60°	90°
K_{t23}	0,95	1,00	1,03	1,05

Tabelul 5.17. **Valorile coeficientului k_{t24}**

Raza la vîrf r, mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3
K_{t24}	1,17	1,08	1,03	1	0,98	0,96

b. Deformarea locală a pieselor cu pereți subțiri. Considerind deformarea inelului egală cu deformarea semiinelului dublu încastrat (fig. 5.9), săgeata este dată de relația

$$f = \frac{P \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I} \quad [\text{mm}], \tag{5.35}$$

în care:
l este lungimea fibrei medii mm;
E este modulul de elasticitate (tabelul 5.6), daN/mm²;

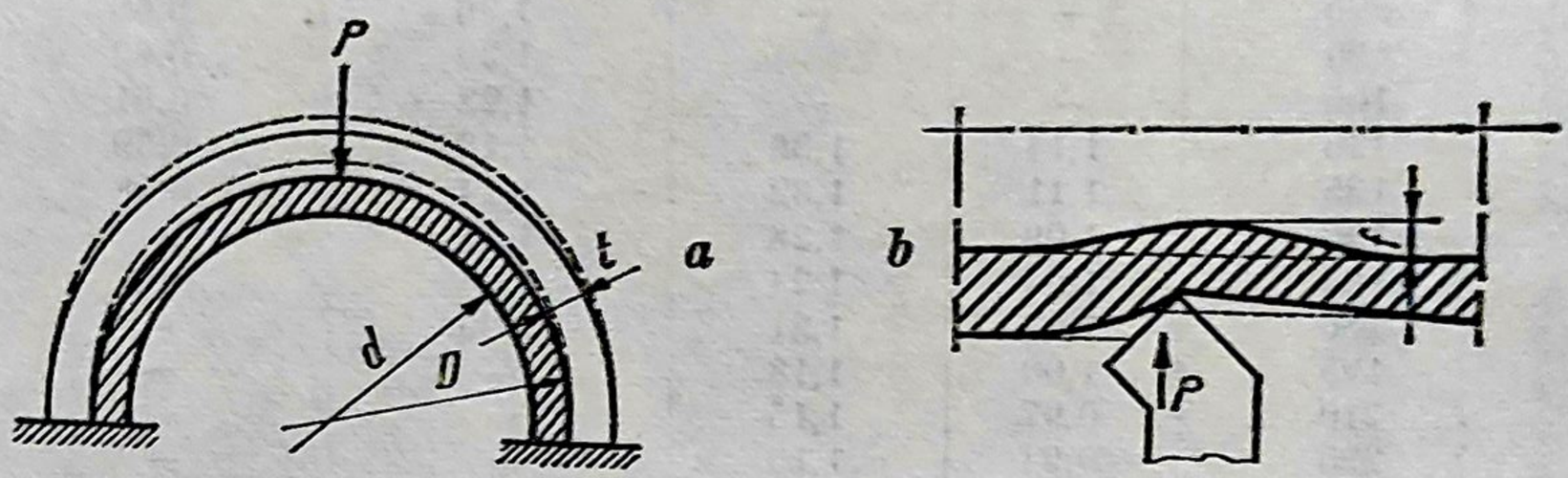


Fig. 5.9. Deformarea locală a pieselor cu pereți subțiri.

I este momentul de inerție al secțiunii longitudinale angajate în deformare, mm⁴.

Din condiția de egalitate a săgeților calculate pentru zona strunjită și cea nestrunjită în punctul de aplicare a forței P, se obține

$$f = \left(\frac{\pi}{8}\right)^3 \cdot \frac{P}{E} \cdot \frac{(D+d)^3}{(D-d)^4} \cdot K_f \quad [\text{mm}], \tag{5.36}$$

în care: D este diametrul exterior, mm;
d este diametrul interior, mm;

$$K_f = \frac{1}{1 + \frac{\left(1 - \frac{2t}{D-d}\right)^4}{\left(1 - \frac{2t}{D+d}\right)^3}}. \tag{5.37}$$

Pentru valori uzuale ale mărimilor D, d, t și în ipoteza $d \geqslant 0{,}81$ se poate utiliza relația aproximativă

$$K_f \approx 4{,}42 - \frac{d^{8{,}539} \cdot t^{0{,}214}}{D^{8{,}796}}. \tag{5.38}$$

Punînd condiția ca săgeata să nu depășească un sfert din intervalul de toleranță admis IT, mm, din relațiile (5.36) și (5.38) se obține

$$P \leqslant 0{,}934 \cdot \frac{E \cdot (D-d)^4 \cdot D^{8{,}796}}{t^{0{,}214} \cdot (D+d)^3 \cdot d^{8{,}539}} \cdot IT. \tag{5.39}$$

Deformarea este provocată de componenta P_y, astfel că din relaţiile (5.5) şi (5.30) rezultă

$$t^{1,114} \cdot s^{0,75} \leq \frac{K_{ym}}{0,5 \cdot \left(\left[\frac{\cos \varkappa}{\cos 45^\circ} \right)^2 + 1 \right]} \cdot \frac{(D-d)^4 \cdot D^{3,796}}{(D+d)^3 \, d^{3,539}} \cdot IT \qquad (5.40)$$

în care $K_{ym} = \dfrac{0,034 \cdot E}{C_y \cdot (HB)^{n_y}}$.

În aceleaşi ipoteze cu privire la relaţia între t şi s se obţine relaţia

$$t_3 = 29,3 \cdot K_{t31} \cdot K_{t32} \cdot \frac{(D-d)^{2,146} \cdot D^{4,719}}{(D+d)^{1,000} \cdot d^{4,581}} \cdot IT^{0,536} \quad [\text{mm}], \qquad (5.48)$$

în care t_3, mm, este adîncimea de aşchiere maxim admisă de deformarea locală a piesei iar $K_{t31} = 0,0629 \left(\dfrac{E}{C_y \cdot (HB)^{n_y}} \right)^{0,536}$ (5.42)

are valorile date în tabelul 5.19 iar

$$K_{t32} = \left[\frac{2}{1 + \left(\dfrac{\cos \varkappa}{\cos 45^\circ} \right)^2} \right]^{0,536} \qquad (5.43)$$

are valorile date în tabelul 5.20.

În tabelul 5.18 sînt date adîncimile de aşchiere t_3 pentru $K_{t31} = K_{t32} = 1$. Pentru alte condiţii se aplică coeficienţii din tabelele 5.19 şi 5.20.

Tabelul 5.18. **Adîncimea de aşchiere t_3 maxim admisă de deformarea locală a pieselor cu pereţi subţiri**

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Clasa de precizie ISO						
		7	8	9	10	11	12	Netolerat
		Adîncimea de aşchiere t_3, mm						
25	23	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,33
25	21	0,54	0,69	0,88	1,12	1,43	1,82	2,00
25	20	1,13	1,44	1,84	2,34	2,50	2,50	2,50
50	45	0,25	0,32	0,40	0,51	0,66	0,84	1,13
50	43	0,65	0,83	1,06	1,35	1,72	2,19	2,96
50	40	2,05	2,62	3,34	4,26	5,00	5,00	5,00
100	90	0,45	0,57	0,73	0,93	1,19	1,52	2,09
100	85	1,46	1,86	2,37	3,02	3,86	4,91	6,76
100	80	3,73	4,76	6,07	7,74	9,86	10,00	10,00
200	180	0,82	1,05	1,33	1,70	2,16	2,76	3,87
200	170	2,66	3,38	4,31	5,49	7,00	8,92	12,54
200	160	6,79	8,66	11,03	14,06	12,91	10,00	20,00
400	360	1,49	1,90	2,42	3,08	3,93	5,00	7,18
400	340	4,83	6,15	7,84	9,98	12,72	16,20	23,25
400	320	12,35	15,74	20,05	25,53	32,53	—	—
800	720	2,71	3,45	4,40	5,60	7,13	9,08	13,31
800	680	8,78	11,19	14,24	18,14	23,09	29,41	—
800	640	22,47	28,61	—	—	—	—	—
1600	1440	4,93	6,28	8,00	10,18	12,95	16,49	24,68
1600	1360	15,98	20,34	25,80	32,95	—	—	—
3200	2880	8,98	11,42	14,53	18,40	23,52	20,93	—

Tabelul 5.19. **Coeficienții pentru corectarea adîncimii de așchiere t_3**

Duritate HB	Materialul			
	Oțel	Fontă	Aliaje de Cu	Aliaje de Al
	k_{t31}			
15	—	—	2,23	—
30	—	—	1,85	—
45	—	—	1,66	0,74
60	—	—	1,54	0,70
75	—	—	1,45	0,67
90	—	—	1,38	0,65
105	—	—	1,33	0,62
120	1,13	1,46	1,28	0,62
135	1,10	1,41	1,24	0,60
150	1,08	1,37	1,20	—
165	1,06	1,34	1,17	—
180	1,03	1,30	1,15	—
195	1,00	1,27	—	—
210	0,97	1,25	—	—
225	0,94	1,22	—	—
240	0,92	1,20	—	—
255	0,90	1,18	—	—
270	0,88	1,16	—	—
285	0,86	1,14	—	—
300	0,84	1,12	—	—
315	0,82	1,11	—	—
330	0,81	1,09	—	—
345	—	1,08	—	—
360	—	1,06	—	—
370	—	1,05	—	—

Tabelul 5.20. **Valorile coeficientului k_{t32}**

Unghiul principal de atac $\varkappa$	30°	45°	60°	75°	90°
k_{t32}	0,89	1,00	1,17	1,36	1,45

c. Încovoierea cuțitului. Din relația generală

$$P = \frac{2 \cdot I \cdot \sigma_i}{l \cdot h} \quad [daN] \tag{5.44}$$

se obține, punînd condiția ca $\sigma_i \leqslant \sigma_{i\ admis} = 24$ [daN/mm²]

$$P \leqslant \frac{48 \cdot I}{l \cdot h} \quad [daN] \tag{5.45}$$

în care:
l este lungimea în consolă a cuțitului, mm;
h — înălțimea cuțitului (vezi fig. 5.10), mm.

Pentru strunjire exterioară se va considera că:

— secţiunea cuţitului este dreptunghiulară sau pătrată ($b = h$), iar momentul de inerţie este: $I = \frac{bh^3}{12}$ [mm^4]; (5.46)

— lungimea în consolă a cuţitului este $l = 1{,}5 \cdot h$ [mm]. (5.47)

Relaţia (5.45) devine: $P \leqslant 2{,}667 b \cdot h$ [daN]. (5.48)

Pentru strunjirea interioară se va considera că:

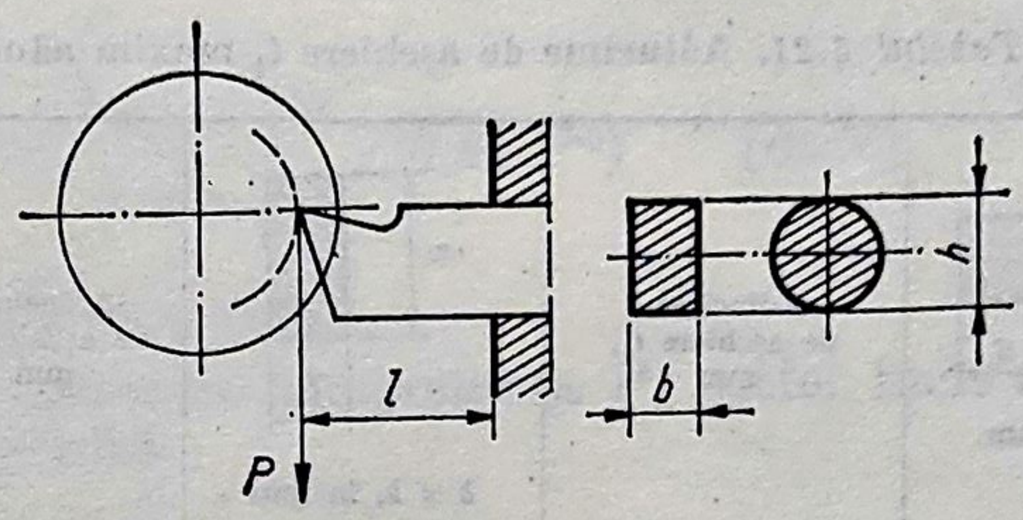


Fig. 5.10. Încovoierea cuţitului.

— secţiunea cuţitului este circulară ($h = d_c$), deci momentul de inerţie este $I = \frac{\pi}{64} \cdot d_c^4$ [mm^4]; (5.49)

— lungimea în consolă este $l = 5 \cdot d_c$ [mm]. (5.50)

Relaţia (5.45) devine: $P \leqslant 0{,}471 \cdot d_c^2$ [daN]. (5.51)

Încovoierea cuţitului este provocată de componenta P_z. Din relaţia (5.6) în care se va lua

$$K_z = K_{zr} = 0{,}946\, r^{0{,}08}, \quad (5.52)$$

r [mm] fiind raza la vîrf a cuţitului şi din relaţia (5.48), respectiv (5.51) se obţine:

$$t \cdot s^{0{,}75} \leqslant \frac{2{,}667}{C_z \cdot (HB)^{e_2}} \cdot \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45^\circ}\right)^{0{,}25} \cdot \frac{1}{K_{zr}} \cdot b \cdot h \quad (5.53)$$

şi

$$t \cdot s^{0{,}75} \leqslant \frac{0{,}471}{C_z (HB)^{e_2}} \cdot \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45^\circ}\right)^{0{,}25} \cdot \frac{1}{K_{zr}} \cdot d_c^2 \quad (5.54)$$

În aceleaşi ipoteze se obţin relaţiile care dau adîncimea de aşchiere t_4, maxim admisă de încovoierea cuţitului pentru:

— strunjire exterioară $t_4 = 0{,}176 \cdot K_{t41} \cdot K_{t42} \cdot K_{t43} \cdot (b \cdot h)^{0{,}571}$ [mm]; (5.55)

— strunjirea interioară $t_4 = 0{,}0654 \cdot K_{t41} \cdot K_{t42} \cdot K_{t43} \cdot d_c^{1{,}143}$ [mm], (5.56)

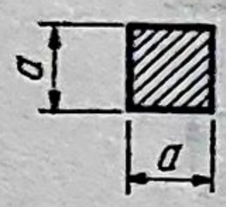
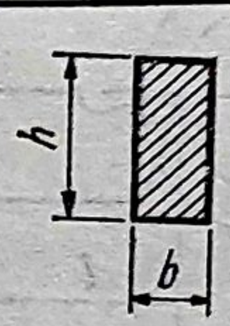
în care $K_{t41} = \frac{19{,}83}{[C_z \cdot (HB)^{e_2}]^{0{,}571}}$ are valorile date în tabelul 5.22. (5.57)

$K_{t42} = K_{t23}$, [relația (5.29)], are valorile date în tabelul 5.16, iar

$$K_{t43} = \frac{1{,}035}{r^{0{,}05}}. \qquad (5.58)$$

În tabelul 5.21 sînt date adîncimile de așchiere t_4 pentru $K_{t41} = K_{t42} = K_{t43} = 1$. Pentru alte condiții se aplică coeficienții din tabelele 5.22, 5.16 și 5.23.

Tabelul 5.21. **Adîncime de așchiere t_4 maxim admisă de încovoierea cuțitului**

 a, în mm	Adîncime de așchiere t_4, mm	 $b \times h$, în mm	Adîncime de așchiere t_4 mm	d, în mm	Adîncime de așchiere t_4, mm
—	—	—	—	6	0,51
8	1,90	8×12	2,39	8	0,70
10	2,45	10×16	3,20	10	0,91
12	3,01	12×20	4,03	12	1,12
16	4,18	16×25	5,40	16	1,55
20	5,40	20×32	7,06	20	2,01
25	6,97	25×40	9,12	25	2,59
32	9,24	32×50	11,92	32	3,43
40	11,92	40×23	15,46	—	—
50	15,39	—	—	—	—

Tabelul 5.22. **Coeficienți pentru corectarea adîncimii de așchiere t_4**

Duritate HB	Materialul prelucrat		Duritate HB	Materialul prelucrat	
	Oțeluri și aliaje de AL	Fonte și aliaje de Cu		Oțeluri și aliaje de Al	Fonte și aliaje de Cu
	$k_{t_{41}}$			$k_{t_{41}}$	
15	—	3,10	210	0,97	1,45
30	—	2,54	225	0,94	1,42
45	1,38	2,27	240	0,92	1,39
60	1,31	2,09	255	0,89	1,36
75	1,25	1,96	270	0,87	1,34
90	1,20	1,86	285	0,85	1,32
105	1,17	1,78	300	0,83	1,30
120	1,14	1,71	315	0,81	1,28
135	1,11	1,66	330	0,80	1,26
150	1,09	1,61	345	—	1,24
165	1,07	1,56	360	—	1,22
180	1,04	1,57	375	—	1,21
195	1,00	1,48	—	—	—

Observație. $k_{t42} = k_{t23}$, cu valori luate din tabelul 5.16.

Tabelul 5.23. **Valorile coeficientului k_{t43}**

Raza la vîrf a cuţitului r, mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3
k_{t43}	1,07	1,04	1,01	1,00	0,99	0,98

d. Comprimarea plăcuţei din carburi metalice. Apăsarea admisă de plăcuţă este

$$P = 40 \cdot t^{0,77} \cdot s_p^{1,25} \left(\frac{\sin 45}{\sin \varkappa}\right)^{0,8} \cdot (0,87\, r^{0,2}) \qquad [\text{daN}], \qquad (5.59)$$

în care s_p este grosimea plăcuţei, mm.

Comprimarea este exercitată de componenta P_z astfel încît din relaţiile (5.59), (5.6) şi (5.52) rezultă

$$t^{0,23} \cdot s^{0,75} \leqslant \frac{40}{C_z \cdot (HB)^{e_2}} \cdot \left(\frac{\sin 45}{\sin \varkappa}\right)^{0,55} \cdot (0,92 \cdot r^{0,12}) \cdot s_p^{1,25}. \qquad (5.60)$$

În mod analog din (5.60) se obţine adîncimea de aşchiere maxim admisă de rezistenţa la compresiune a plăcuţei:

$$t_5 = 0,714 \cdot K_{t51} \cdot K_{t52} \cdot K_{t53} \cdot s_p^{1,28} \qquad [\text{mm}], \qquad (6.61)$$

în care $K_{t51} = \dfrac{207,3}{[C_z \cdot (HB)^{e_2}]^{1,02}}$ şi are valorile date în tabelul 5.25, (5.62)

$K_{t52} = \left(\dfrac{\sin 45}{\sin \varkappa}\right)^{0,56}$ şi are valorile date în tabelul 5.26, iar (5.63)

$K_{t53} = 0,919 \cdot r^{0,122}$ şi are valorile din tabelul 5.27. (5.64)

În tabelul 5.24 sînt date valorile adîncimilor de aşchiere t_5 pentru $K_{t51} = K_{t52} = K_{t53} = 1$. Pentru alte condiţii se aplică coeficienţii din tabelele 5.25, 5.26 şi 5.27.

Tabelul 5.24. **Adîncimea de aşchiere t_5 maxim admisă de grosimea plăcuţei**

Grosimea plăcuţei mm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_5, mm	1,73	2,91	4,21	5,60	7,08	8,62	10,2	11,9	13,6

e. Adîncime de aşchiere recomandată. Se admite că există şi o limită inferioară a adîncimii de aşchiere, sub care suprafaţa prelucrată suferă numai deformări elastice şi, eventual, plastice fără detaşare de aşchii.

Tabelul 5.25. **Coeficienți de corecție ai adîncimii de așchiere t_6**

Duritate *HB*	Material		Duritate *HB*	Material	
	Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu		Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu
	k_{t51}			k_{t51}	
15	—	7,54	210	0,95	1,94
30	—	5,30	225	0,90	1,87
45	1,78	4,31	240	0,85	1,80
60	1,61	3,72	255	0,81	1,74
75	1,49	3,32	270	0,78	1,68
90	1,39	3,02	285	0,75	1,63
105	1,32	2,80	300	0,72	1,59
120	1,26	2,61	315	0,69	1,55
135	1,20	2,46	330	0,67	1,51
150	1,16	2,33	345	—	1,47
165	1,12	2,22	360	—	1,43
180	1,06	2,12	375	—	1,40
195	1,00	2,02	—	—	—

Tabelul 5.26. **Valorile coeficientului k_{t52}**

Unghi de atac principal $\varkappa$	30°	45°	60°	90°
k_{t52}	1,21	1,00	0,89	0,82

Tabelul 5.27. **Valorile coeficientului k_{t53}**

Raza la vîrf a cuțitului, r, mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3
k_{t53}	0,84	0,92	0,97	1,00	1,03	1,05

Această limită, t_6, influențată de duritatea materialului prelucrat, de raza la vîrf a cuțitului r, și de unghiul de degajare γ, se determină cu relația

$$t_6 = 0{,}036 \cdot r^{0{,}25} \cdot e^{\left(\frac{HB}{195}\right) K_{t61}} \quad [mm] \qquad (5.65)$$

în care $K_{t61} = 1 + 0{,}21 \cdot \cos\gamma - 0{,}98 \sin\gamma$, ia valorile din tabelul 5.29. (5.66)

În tabelul 5.28 sînt date valorile adîncimii de așchiere t_6 pentru $K_{t_{61}} = 1$. Pentru alte unghiuri de degajare se aplică coeficienții din tabelul 5.29.

Cea mai mică dintre adîncimile de așchiere $t_1 \ldots t_5$ este cea recomandată, t_r, cu condiția să nu fie mai mică decît t_6, în care caz prelucrarea nu este posibilă și trebuie schimbată una sau mai multe dintre condițiile considerate (prindere, unghi de atac principal, rază la vîrf etc.).

Tabelul 5.28. **Adîncimile de aşchiere t_6 minim admise de ecruisarea materialului**

Raza la vîrf r, mm	Duritatea materialului HB								
	15	60	105	150	195	240	285	330	375
	Adîncimea de aşchiere t_6, mm								
0,10	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14
0,50	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,21
1,00	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25
1,50	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,17	0,22	0,27
2,00	0,05	0,06	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,23	0,29
2,50	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,31
3,00	0,05	0,06	0,08	0,10	0,13	0,16	0,20	0,26	0,32

Tabelul 5.29. **Coeficienţi pentru corectarea adîncimii de aşchiere t_6**

Unghi de degajare γ°	−6	−3	0	4	8	12	16	20	24
k_{t61}	1,31	1,26	1,21	1,14	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79

La normare se vor utiliza tabelele 5.30 în care sînt date adîncimile de aşchiere recomandate, obţinute prin combinarea tuturor criteriilor enumerate. Această combinare este posibilă în anumite ipoteze simplificatoare cu privire la relaţiile între dimensiunile suprafeţei prelucrate şi scula folosită.

În dreptul fiecărei adîncimi de aşchiere apare în paranteză o cifră (1,...,6) care indică originea limitării respective ($t_1,\ldots,t_6$).

5.2.1.2. **Numărul de treceri.** Numărul de treceri se determină cu relaţia

$$i = \left[\frac{A}{t_r} + 0{,}99\right], \qquad (5.67)$$

în care $\left[\frac{A}{t_r} + 0{,}99\right]$ este partea întreagă a numărului care rezultă din efectuarea operaţiilor $\frac{A}{t_r} + 0{,}99$, A fiind adaosul de prelucrare, mm, iar t_r adîncimea de aşchiere recomandată, determinată anterior, mm.

În cazul în care $i > 1$, adaosul se împarte pe treceri astfel încît nici una din adîncimile de aşchiere pe cele i treceri să nu fie mai mică decît adîncimea de aşchiere minim admisă t_6. Se obţine astfel, pentru fiecare trecere, adîncimea de aşchiere t (efectivă).

5.2.1.3. **Avansul.** Avansul, în afara influenţei pe care o are asupra mărimii şi orientării apăsării de aşchiere, este principalul factor care influenţează calitatea suprafeţei prelucrate (rugozitatea R_a, μm).

a. **Rugozitatea suprafeţei prelucrate.** În practică unghiul de atac principal este totdeauna mai mare decît unghiul de atac secundar.

Tabelul 5.30. **Adîncime de așchiere t_r recomandată pentru strunjirea exterioară longitudinală și frontală**

Material: oțel $HB = 195$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 50	100	200	400	800	1600	3200
						Adîncimea de așchiere — t_r, mm						
25	22	12	70—90	4	0,5	1,3(3)	1,0(2)	0,3(2)	0,1(2)	—	—	—
	20					1,5(3)	1,2(2)	0,4(2)	0,1(2)	—	—	—
	12—0	16	45—90	5	1	4,3(4)	1,4(2)	0,4(2)	0,1(2)	—	—	—
50	45	20	70—90	6	1	1,6(3)		1,4(2)	0,4(2)	0,1(2)	—	—
	40					2,6(5)		2,0(2)	0,6(2)	0,2(2)	—	—
	25—0		45—90			5,8(4)		2,6(2)	0,8(2)	0,2(2)	—	—
100	90	20	70—90	6	1	3,0(3)			2,5(2)	0,8(2)	0,2(2)	—
	80					5,8(4)			3,4(2)	1,0(2)	0,3(2)	—
	50—0	25	45—90	7	1,5	7,1(4)			4,2(2)	1,3(2)	0,4(2)	—
		25×16		—	0,5	6,0(4)			4,9(2)	1,5(2)	0,4(2)	—
200	180	25	70—90	7	1,5	5,6(3)				4,2(2)	1,3(2)	0,4(2)
	160					7,2(5)				5,7(2)	1,7(2)	0,5(2)
		25×16		—	0,5	6,0(4)					1,9(2)	0,6(2)
	100—0	25	45—90	7	1,5	7,1(4)					2,2(2)	0,7(2)
		25×16				6,0(4)					3,4(2)	0,8(2)

Material: oțel $HB = 195$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 400	800	1600	3200	6400	12800	—
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
400	360—320	25	70—90	7	1,5	7,1(4)	7,0(2)		2,1(2)	0,6(2)	—	—
		25×16		—	0,5	6,0(4)			2,5(2)	0,7(2)	—	—
	200—0	32	45	8	2	9,2(4)			3,8(2)	1,1(2)	—	—
		32×20	70	—	1	7,6			4,3(2)	1,3(2)	—	—
800	750	32	70—90	8	2	5,0(3)				2,9(2)	0,9(2)	—
		32×20		—	1					3,2(2)	1,0(2)	—
	700—0	32	45	8	2	9,2(4)				4,0(2)	1,2(2)	—
		32×20		—	1	7,3(4)				7,1(2)	2,1(2)	—
		40	45	10	2	11,9(4)				6,6(2)	2,0(2)	—
		40×25	70	—	1	9,8(4)				7,5(2)	2,2(2)	—
1600	1550	40	70—90	10	2	1,8(3)						
		40×25		—	1							
	1500	40	70	10	2	9,3(3)				5,1(2)		
		40×25		—	1					5,6(2)		
	1440—0	50	45	12	2,5	15,2(4)				11,4(2)		
		40×25	70	—	1	9,8(4)						
3200	3100	50	70—90	12	2,5	3,7(3)						
		40×25		—	1	3,3(3)						
	3000—0	50	45	12	2,5	15,1(5)						
		40×25	70	—	1	9,8(4)						

Observație. La strunjire canale și profile retezare, adîncimea este impusă de lățimea canalului sau profilului, respectiv a tăișului.

Tabelul 5.30 (continuare)

Material: fontă $HB = 225$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrare, mm: 50	100	200	400	800	1600	3200
						Adîncimea de așchiere – t_r, mm						
25	22	12	70–90	4	0,5	1,3(3)	1,1(2)	0,3(2)	0,1(2)	–	–	–
	20					1,5(3)	1,4(2)	0,4(2)	0,1(2)	–	–	–
	12–0	16	45–90	5	1	5,6(2)	1,7(2)	0,5(2)	0,2(2)	–	–	–
50	45	20	70–90	6	1	2,0(3)		1,6(2)	0,5(2)	0,1(2)	–	–
	40					2,5(4)		2,2(2)	0,7(2)	0,2(2)	–	–
	25–0		45–70			8,3(4)		3,0(2)	0,9(2)	0,3(2)	–	–
100	90	20	70–90	6	1	3,7(3)			2,8(2)	0,9(2)	0,3(2)	–
	80					8,3(3)			3,8(2)	1,2(?)	0,3(2)	–
	50–0	25	45–90	7	1,5	10,5(4)			5.0(2)	1,5(2)	0,4(2)	–
		25×16		–	0,5	8,6(4)			5,6(2)	1,7(2)	0,5(2)	–
200	180	25	70–90	7	1,5	6,9(3)				4,7(2)	1,4(2)	0,4(2)
	160					10,5(4)				6,4(2)	1,9(2)	0,6(2)
		25×16		–	0,5	8,6(4)				7,3(2)	2,2(2)	0,7(2)
	100–0	25	45–90	7	1,5	10,5(4)				2,7(2)	2,6(2)	0,8(2)
		25×16		–	0,5	8,6(4)					3,0(2)	0,9(2)

Material: fontă $HB = 225$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat mm: 400	800	1600	3200	6400	12800	–
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
400	360–320	25	70–90	7	1,5	10,5(4)		8,3(2)	2,5(2)	0,7(2)	–	–
		25×16		–	0,5	8,6(4)			2,8(2)	0,8(2)	–	–
	200–0	32	45	8	2	13,2(4)			4,3(2)	1,3(2)	–	–
		32×20	70	–	1	10,8(4)			4,8(2)	1,5(2)	–	–
800	750	32	70–90	8	2	6,2(3)				3,3(2)	1,0(2)	–
		32×20		–	1					3,6(2)	1,1(2)	–
	700–0	32	45	8	2	13,2(4)				4,5(2)	1,4(2)	–
		32×20		–	1	10,4(4)				4,9(2)	1,5(2)	–
		40	45	10	2	17,0(4)				7,5(2)	2,3(2)	–
		40×25	70	–	1	14,0(4)				8,5(2)	2,5(2)	–
1600	1550	40	70–90	10	2	2,2(3)						–
		40×25		–	1							–
	1500	40	70	10	2	11,5(3)					5,8(2)	–
		40×25		–	1						6,3(2)	–
	1440–0	50	45	12	2,5	21,8(4)					12,9(2)	–
		40×25	70	–	1	14,0(4)						
3200	3100	50	70–90	12	2,5	4,5(3)						
		40×25		–	1	4,0(3)						
	3000–0	50	45	12	2,5	22,5(4)						
		40×25	70	–	1	14,0(4)						

Tabelul 5.30. (continuare)

Material: aliaj de cupru $HB = 90$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat mm: 50	100	200	400	800	1600	3200
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
25	22	12	70—90	4	0,5	1,3(3)	1,2(2)	0,4(2)	0,1(2)	—	—	—
	20					1,6(3)	1,5(2)	0,5(2)	0,1(2)	—	—	—
	12—0	16	45—90	5	1	6,4(2)	1,9(2)	0,6(2)	0,2(2)	—	—	—
50	45	20	70—90	6	1	2,3(3)		1,8(2)	0,6(2)	0,2(2)	—	—
	40					2,6(3)		2,5(2)	0,8(2)	0,2(2)	—	—
	25—0		45—70			10,8(4)		3,4(2)	1,0(2)	0,3(2)	—	—
100	90	20	70—90	6	1		4,2(3)		3,2(2)	1,0(2)	0,3(2)	—
	80						9,0(3)		4,4(2)	1,3(2)	0,4(2)	—
	50—0	25	45—70	7	1,5		13,7(4)		5,7(2)	1,7(2)	0,5(2)	—
		25×16		—	0,5		11,2(3)		6,4(2)	1,9(2)	0,6(2)	—
200	180	25	70—90	7	1,5		7,7(3)			5,4(2)	1,6(2)	0,5(2)
	160						31,7(4)			7,3(2)	2,2(2)	0,7(2)
		25×16		—	0,5		11,2(4)			8,2(2)	2,5(2)	0,7(2)
	100—0	25	45—90	7	1,5		13,7(4)			9,9(2)	3,0(2)	0,9(2)
		25×16		—	0,5			11,2(4)		11,(2)2	3,4(2)	1,0(2)

Material: aliaj de cupru $HB = 90$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\chi°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 400	800	1600	3200	6400	12800	—
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
400	360—320	25	70—90	7	1,5	12,8(3)		9,4(2)	2,8(2)	0,8(2)	—	—
		25×16		—	0,5	11,2(4)		10,6(2)	3,2(2)	1,0(2)	—	—
	200—0	32	45	8	2	17,1(4)		16,2(2)	4,9(2)	1,5(2)	—	—
		32×20	70	—	1	14,2(4)			5,5(2)	1,6(2)	—	—
800	750	32	70—90	8	2	6,9(3)				3,8(2)	1,1(2)	—
		32×20		—	1					4,1(2)	1,2(2)	—
	700—0	32	45	8	2	17,1(4)			17,0(2)	5,1(2)	1,5(2)	—
		32×20		—	1	11,3(1)				5,5(2)	1,7(2)	—
		40	45	10	2	22,1(4)				8,5(2)	2,6(2)	—
		40×25	70	—	1	18,3(4)				9,6(2)	2,9(2)	—
1600	1550	40	70—90	10	2	2,4(3)						—
		40×25		—	1							—
	1500	40	70	10	2	12,9(3)					6,6(2)	—
		40×25		—	1						7,1(2)	—
	1440—0	50	45	12	2,5	28,2(4)					14,6(2)	—
		40×25	70	—	1	18,3(4)					16,8(2)	—

Tabelul 5.30 (continuare)

Material: aliaj de aluminiu $HB = 75$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\varkappa°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 50	100	200	400	800	1600	3200
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
25	22	12	70—90	4	0,5	1,0(3)	0,6(2)	0,2(2)	0,1(2)	—	—	—
	20					1,2(3)	0,8(2)	0,2(2)	0,1(2)	—	—	—
	12—0	16	45—90	5	1	3,2(2)	1,0(2)	0,3(2)	0,1(2)	—	—	—
50	45	20	70—90	6	1	1,0(3)		0,9(2)	0,3(2)	0,1(2)	—	—
	40					4,2(2)		1,3(2)	0,4(2)	0,1(2)	—	—
	25—0		45—90			7,3(4)	5,6(2)	1,7(2)	0,5(2)	0,2(2)	—	—
100	90	20	70—90	6	1	2,0(3)			1,6(2)	0,5(2)	0,1(2)	—
	80					7,3(4)			2,2(2)	0,7(2)	0,2(2)	—
	50—0	25	45—90	7	1,5	8,8(4)			2,7(2)	0,8(2)	0,2(2)	—
		25×16		—	0,5	7,5(4)						
200	180	25	70—90	7	1,5	3,8(3)				2,7(2)	0,8(2)	0,2(2)
	160					9,2(4)				3,7(2)	1,1(2)	0,3(2)
		25×16		—	0,5	7,5(4)				4,2(2)	1,3(2)	0,4(2)
	100—0	25	45—90	7	1,5	9,2(4)				5,0(2)	1,5(2)	0,5(2)
		25×16		—	0,5	7,5(4)				5,6(2)	1,7(2)	0,5(2)

Material: aliaj de aluminiu $HB = 75$

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Cuțit: a sau $(b \times h)$ mm	Cuțit: $\varkappa°$	Cuțit: s_p mm	Cuțit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 400	800	1600	3200	6400	12800	—
						Adîncimea de așchiere t_r, mm						
400	360—320	25	70—90	7	1,5	6,2()3		4,7(2)	1,4(2)	0,4(2)	—	—
		25×16		—	0,5			5,3(2)	1,6(2)	0,5(2)	—	—
	200—0	32	45	8	2	11,5(4)		8,2(2)	2,5(2)	0,7(2)	—	—
		32×20	70	—	1	9,5(4)		9,2(2)	2,8(2)	0,8(2)	—	—
800	750	32	70—90	8	2	3,4(3)				1,9(2)	0,6(2)	—
		32×20		—	1					2,0(2)	0,6(2)	—
	700—0	32	45	8	2	11,5(4)	8,6(2)			2,6(2)	0,8(2)	—
		32×20		—	1	9,1(4)				2,8(2)	0,8(2)	—
		40	45	10	2	14,9(4)	14,3(2)			4,3(2)	1,3(2)	—
		40×25	70	—	1	12,3(4)				4,8(2)	1,5(2)	—
1600	1550	40	70—90	10	2	1,2(3)						
		40×25		—	1							
	1500	40	70	10	2	6,3(3)					3,4(2)	—
		40×25		—	1						3,6(2)	—
	1440—0	50	45	12	2,5	19,0(4)					7,4(2)	—
		40×25	70	—	1	12,3(4)					85,(2)	—

Tabelul 5.30 (continuare) **Adîncime de așchiere recomandată pentru strunjire interioară**

Material : oțel *HB* = 195

Diametrul interior mm	Diametrul exterior mm	Cuțit: *b* sau (*b*×*h*) mm	Cuțit: *d* mm	Cuțit: *x*°	Cuțit: s_p mm	Cuțit: *r* mm	Lungimea de prelucrat, mm: 50	100	200	400
							Adîncimea de așchiere t_r, mm			
25	28	12	12	75–93	3	0,5	1,2(3)		0,4(2)	0,1(2)
		16	12	60–95	—	1,5	1,2(3)	1,1(2)	0,3(2)	(6)
	35	12	12	75–93	3	0,5	1,3(4)		1,0(2)	0,3(2)
		16	12	60–95	—	1,5	1,2(4)		0,8(2)	0,3(2)
50	55	20	20	75–93	5	1	1,4(3)			0,5(2)
		20	16	60–95	—	1,5				
	70	20	20	75–93	5	1	2,2(4)			1,6(2)
		20	16	60–95	—	1,5	1,6(4)			1,5(2)
100	110	25	25	75–93	6	1	2,5(3)			
		25	20	60–90	—	2	2,1(4)			
	150	25	25	75–93	6	1	2,8(4)			
		25	20	60–95	—	2	2,1(4)			
200...800	210	25	25	75–93	6	1	0,9(3)			
		25	20	60–95	—	2				
	280...900	32	32	75–93	7	1	3,7(4)			
		25	20	60–90	—	2	2,1(4)			
> 800	Ca la strunjirea exterioară									
Material : fontă *HB* = 225										
25	28	12	12	75–93	3	0,5	1,4(3)	1,4(2)	0,4(2)	0,1(2)
		16	12	60–95	—	1		1,3(2)		
	35	12	12	75–93	3	0,5	1,8(4)		1,1(2)	0,3(2)
		16	12	60–75	—	1	1,7(4)		1,0(2)	0,3(2)
50	55	20	20	75–93	5	1	1,7(3)			0,6(2)
		20	16	60–95	—	1,5				
	70	20	20	75–93	5	1	3,11(4)			1,8(2)
		20	16	60–95	—	1,5	2,3(4)			1,7(1)
100	110	25	25	75–93	6	1	3,1(3)			
		25	20	60–95	—	2	3,0(4)			
	150	25	25	75–93	6	1	4,0(4)			
		25	20	60–95	—	2	3,0(4)			
200	210	25	25	75–93	6	1	1,1(3)			
		25	20	60–95	—	2				
	280	32	32	75–93	7	1	5,3(4)			
		25	20	60–95	—	2	3,0(4)			
> 800	Ca la strunjirea exterioară									

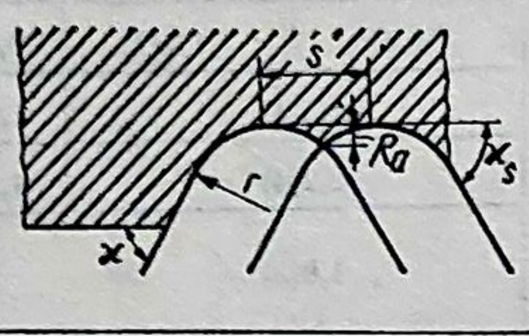
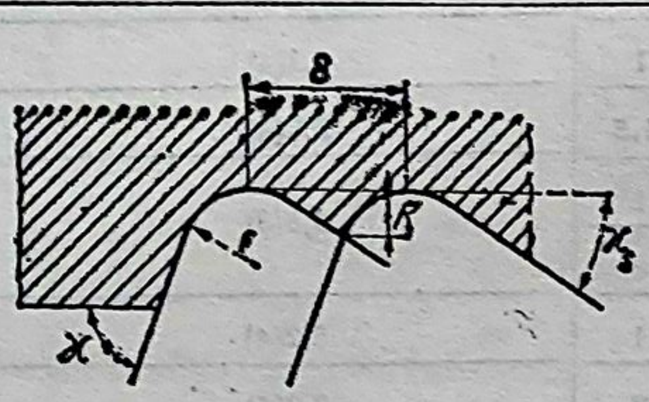
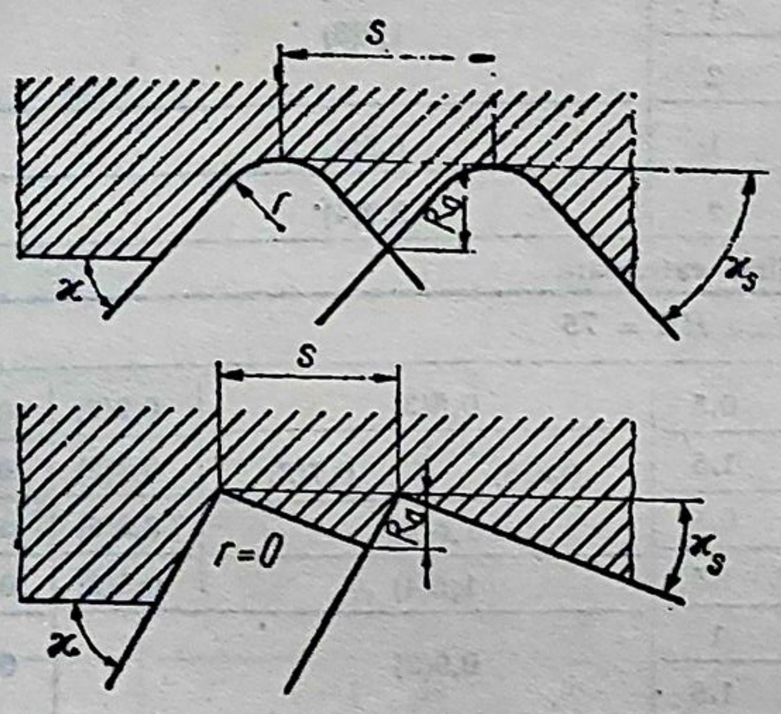
Tabelul 5.30 (continuare) **Adîncime de aşchiere t_r recomandată pentru strunjire interioară**

Diametrul interior mm	Diametrul exterior mm	Cuţit: b sau $(b \times h)$ mm	Cuţit: d mm	Cuţit: $\varkappa°$	Cuţit: s_p mm	Cuţit: r mm	Lungimea de prelucrat, mm: 50	100	200	400
							Adîncime de aşchiere t_r, mm			
Material: aliaj de cupru $HB = 90$										
25	28	12	12	75—93	3	0,5	1,5		0,5(2)	0,1(2)
		16	12	60—95	—	1,5	1,5	1,4(2)	0,4(2)	0,1(2)
	35	12	12	75—93	3	0,5	2,3(4)		1,2(2)	0,4(2)
		16	12	60—95	—	1,5	2,2(4)		1,1(2)	0,3(2)
50	55	20	20	75—93	5	1	1,9(3)			0,7(2)
		20	16	60—95	—	1,5				0,6(2)
	70	20	20	75—93	5	1	4,1(4)			2,0(2)
		20	16	60—95	—	1,5	3,0(4)			1,9(2)
100	110	25	25	75—93	6	1	3,5(3)			
		25	20	60—95	—	2				
	150	25	25	75—93	5	1	5,2(4)			
		25	20	60—95	—	2	3,9(4)			
200	210	25	25	75—93	6	1	1,2(3)			
		25	20	60—95	—	2				
	280	32	32	75—93	7	1	6,9(4)			
		25	20	60—95	—	2	3,9(4)			
> 800	Ca la strunjirea exterioară									
Material: aliaj de aluminiu $HB = 75$										
25	28	12	12	75—93	3	0,5	0,8(3)		0,2(2)	0,1(2)
		16	12	60—90	—	1,5	0,8(3)	0,7(2)	0,2(2)	0,1(2)
	35	12	12	75—93	3	0,5	1,6(4)		0,6(2)	0,2(2)
		16	12	60—95	—	1,5	1,5(4)		0,5(2)	0,2(2)
50	55	20	20	75—93	5	1	0,9(3)			0,3(2)
		20	16	60—95	—	1,5				
	70	20	20	75—93	5	1	2,7(4)			1,0(2)
		20	16	60—95	—	1,5	2,0(4)			1,0(2)
100	110	25	25	75—93	6	1	1,7(3)			
		25	20	60—95	—	2				
	150	25	25	75—93	6	1	3,5(4)			
		25	20	60—95	—	2	2,6(4)			
200	210	25	25	75—93	6	1	0,6(3)			
		25	20	60—95	—	2				
	280	32	32	75—93	7	1	4,6(4)			
		25	20	60—95	—	2	2,6(4)			
> 800	Ca la strunjirea exterioară									

Notă: (1) limitată de lungimea tăişului; (2) limitată de încovoierea piesei şi precizia de prelucrare; (3) limitată de deformarea locală a pieselor cu pereţii subţiri; (4) limitată de încovoierea cuţitului; (5) limitată de grosimea plăcuţei.

Se observă că din jocul valorilor avansului s, razei la vîrf a cuțitului r și unghiurilor de atac principal $\varkappa$ și secundar $\varkappa_s$ pot apărea situațiile prezentate în tabelul 5.31.

Tabelul 5.31. **Relații de calcul pentru rugozitate**

Situația Nr.	Schița	Relația de calcul a rugozității R_a, μm
1		Intersecția a două cercuri: $R_a = r\left(1 - \sqrt{1 - \frac{s^2}{4r^2}}\right)$ (5.62)
2		Intersecție dreaptă — cerc: $R_a = r - (r - s\sin\varkappa_s)\cos\varkappa_1 - \sin\varkappa_1\sqrt{r^2 - (r - s\sin\varkappa_s)^2}$ (5.63)
3		Intersecția a două drepte: $R_a = \frac{s - r\left(\operatorname{tg}\frac{\varkappa_s}{2} + \operatorname{tg}\frac{\varkappa}{2}\right)}{\operatorname{ctg}\varkappa_s + \operatorname{ctg}\varkappa}$ (5.64)

În cazul 1, pentru $r \gg s$, se poate utiliza relația cunoscută

$$R_a \approx \frac{s^2}{8r} \quad [\mu m]. \tag{5.68}$$

Se poate arăta că pentru încadrarea într-una din cele 3 situații, este suficient să fie evaluate expresiile:

$$E_1 = s - 2 \cdot r \sin\varkappa_s \tag{5.69}$$

și

$$E_2 = r(\cos\varkappa - \cos\varkappa_s) + \operatorname{tg}\varkappa_s [s - r \cdot (\sin\varkappa + \sin\varkappa_s)] \tag{5.70}$$

condițiile fiind: $E_1 \leqslant 0$ și $E_2 \leqslant 0 \rightarrow$ situația 1;

$E_1 > 0$ și $E_2 \leqslant 0 \rightarrow$ situația 2;

$E_1 > 0$ și $E_2 > 0 \rightarrow$ situația 3.

Pentru calcule, în ipoteza $r \geq 0{,}15$ se poate utiliza relația

$$R_a \approx \frac{C_R \cdot s^{e_3}}{r^{e_4}} \quad [\mu m], \tag{5.71}$$

în care C_R, e_3 și e_4 iau valorile din tabelul 5.32.

Tabelul 5.32. **Coeficienți și exponenți pentru relația de calcul a rugozității suprafeței și avansului**

Unghi de atac principal $\varkappa$ (unghi de atac secundar $\varkappa_s$)	C_R	e_3	e_4	C_{sR}	e_5	e_6
45°(45°)	137,1	2,052	1,083	0,0909	0,487	0,528
70°(20°)	114,0	1,966	0,910	0,0899	0,509	0,463
90°(5°)	57,1	1,674	0,498	0,0893	0,597	0,297

Din relația (5.71) se obține relația care dă avansul maxim admis s_1 de rugozitatea suprafeței prelucrate:

$$s_1 = C_{sR} \cdot R_a^{e_5} \cdot r^{e_6} \quad [\text{mm/rot}] \tag{5.72}$$

în care C_{sR}, r, e_5 și e_6 au, pentru cele trei tipuri principale de cuțite, valorile din tabelul 5.32.

În tabelul 5.33 sînt date valorile avansului s_1.

b. **Incovoierea piesei.** Din relația (5.24) se obține expresia avansului maxim admis de încovoierea piesei și precizia prelucrării, s_2:

$$s_2 = 5{,}349 \cdot K_{s21} \cdot K_{s22} \cdot K_{s23} \cdot K_{s24} \cdot \frac{(D^4 - d^4)^{1,333} \cdot (IT)^{1,333}}{l^4 \cdot t^{1,307}} \quad [\text{mm/rot}], \tag{5.73}$$

Tabelul 5.33. **Avans S_1 maxim admis de rugozitatea suprafeței**

Unghiurile de atac ale cuțitului	Rugozitatea suprafeței Ra, μm	Raza la vîrf r, mm					
		0,5	1	1,5	2	2,5	3
		Avans maxim admis — s_1					
$\varkappa = 45°$ $\varkappa_s = 45°$	1,6	0,07	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20
	3,2	0,11	0,16	0,19	0,23	0,25	0,28
	6,3	0,15	0,22	0,27	0,32	0,36	0,39
	12,5	0,21	0,31	0,38	0,44	0,50	0,55
	25	0,30	0,43	0,53	0,62	0,70	0,77
	50	0,42	0,61	0,75	0,88	0,99	1,09
$\varkappa = 70°$ $\varkappa_s = 20°$	1,6	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18
	3,2	0,11	0,16	0,19	0,22	0,24	0,27
	6,3	0,16	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38
	12,5	0,23	0,32	0,39	0,44	0,49	0,54
	25	0,33	0,46	0,55	0,63	0,70	0,76
	50	0,47	0,65	0,79	0,90	1,00	1,09
$\varkappa = 90°$ $\varkappa_s = 5°$	1,6	0,09	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16
	3,2	0,14	0,17	0,20	0,21	0,23	0,24
	6,3	0,21	0,26	0,30	0,32	0,35	0,37
	12,5	0,32	0,40	0,45	0,49	0,52	0,55
	25	0,49	0,61	0,68	0,74	0,80	0,84
	50	0,75	0,92	1,04	1,13	1,21	1,27

în care $K_{s21} = 0{,}00184 \left(\frac{E}{C_z \cdot (HB)^{e_1}}\right)^{1{,}333}$ (5.74)

are valorile date în tabelul 5.35,

$$K_{s22} = C_P^{1{,}333}, \quad (5.75)$$

în care C_P are valorile date în tabelul 5.12 iar K_{s22} are valorile date în tabelul 5.36,

$K_{s23} = \left(\frac{\sin \varkappa}{\sin 45°}\right)^{0{,}333}$ are valorile date în tabelul 5.37 (5.76)

și $K_{s24} = \frac{1{,}192}{\gamma^{0{,}253}}$ are valorile date în tabelul 5.38. (5.77)

În tabelul 5.34, utilizînd și relațiile 5.31 și 5.32, sînt date avansurile s_2 pentru $K_{s21} = \ldots = K_{s24} = 1$.

Tabelul 5.34. **Avansul s_2 maxim admis de încovoierea piesei și precizia suprafeței**

Diametrul exterior mm	Lungimea de prelucrat mm	Prindere	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de așchiere t, mm							
				0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
				Avansul s_2, mm/rot							
25	50	U	7	1,64	0,59	0,21	0,07	0,03	—	—	—
25	50	U	8	—	1,07	0,38	0,14	0,05	0,02	—	—
25	50	U	9	—	1,97	0,70	0,25	0,09	0,03	—	—
25	50	U	10	—	—	1,29	0,46	0,16	0,06	—	—
25	50	U	11	—	—	2,36	0,84	0,30	0,11	—	—
25	50	U	12	—	—	—	1,54	0,55	0,20	—	—
25	50	U	NETOL	—	—	—	—	1,08	0,39	—	—
25	100	U	7	0,10	0,04	0,01	—	—	—	—	—
25	100	U	8	0,19	0,07	0,02	—	—	—	—	—
25	100	U	9	0,34	0,12	0,04	0,02	—	—	—	—
25	100	U	10	0,63	0,23	0,08	0,03	0,01	—	—	—
25	100	U	11	1,15	0,41	0,15	0,05	0,02	—	—	—
25	100	U	12	2,12	0,76	0,27	0,10	0,03	0,01	—	—
25	100	U	NETOL	—	1,49	0,53	0,19	0,07	0,02	—	—
25	200	VV	7	0,26	0,09	0,03	0,01	—	—	—	—
25	200	VV	8	0,47	0,17	0,06	0,02	—	—	—	—
25	200	VV	9	0,87	0,31	0,11	0,04	0,01	—	—	—
25	200	VV	10	1,59	0,57	0,20	0,07	0,03	—	—	—
25	200	VV	11	2,91	1,04	0,37	0,13	0,05	0,02	—	—
25	200	VV	12	—	1,90	0,68	0,24	0,09	0,03	—	—
25	200	VV	NETOL	—	—	1,34	0,48	0,17	0,06	—	—
25	400	UV	7	0,04	0,02	—	—	—	—	—	—
25	400	UV	8	0,08	0,03	0,01	—	—	—	—	—
25	400	UV	9	0,15	0,05	0,02	—	—	—	—	—
25	400	UV	10	0,27	0,10	0,03	0,01	—	—	—	—
25	400	UV	11	0,50	0,18	0,06	0,02	—	—	—	—
25	400	UV	12	0,91	0,32	0,12	0,04	0,01	—	—	—
25	400	UV	NETOL	1,79	0,64	0,23	0,08	0,03	0,01	—	—

Tabelul 5.34. (continuare)

Diametrul exterior mm	Lungimea de prelucrat mm	Prindere	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de așchiere t, mm							
				0,2	0,4	0.8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
				Avansul s_z, mm/rot							
50	50	U	7	—	—	—	—	1,49	0,53	0,19	—
50	50	U	8	—	—	—	—	2,72	0,97	0,35	—
50	50	U	9	—	—	—	—	—	1,78	0,64	—
50	50	U	10	—	—	—	—	—	—	1,16	—
50	50	U	11	—	—	—	—	—	—	2,13	—
50	100	U	7	—	2,04	0,73	0,26	0,09	0,03	0,01	—
50	100	U	8	—	—	1,33	0,48	0,17	0,06	0,02	—
50	100	U	9	—	—	2,44	0,87	0,31	0,11	0,04	—
50	100	U	10	—	—	—	1,60	0,57	0,20	0,07	—
50	100	U	11	—	—	—	2,92	1,04	0,37	0,13	—
50	100	U	12	—	—	—	—	1,91	0,68	0,24	—
50	100	U	NETOL	—	—	—	—	—	1,41	0,51	—
50	200	U	7	0,36	0,13	0,05	0,02	—	—	—	—
50	200	U	8	0,65	0,23	0,08	0,03	0,01	—	—	—
50	200	U	9	1,20	0,43	0,15	0,05	0,02	—	—	—
50	200	U	10	2,19	0,78	0,28	0,10	0,04	0,01	—	—
50	200	U	11	—	1,43	0,51	0,18	0,07	0,02	—	—
50	200	U	12	—	2,62	0,94	0,33	0,12	0,04	0,02	—
50	200	U	NETOL	—	—	1,94	0,69	0,25	0,09	0,03	—
50	400	VV	7	0,90	0,32	0,11	0,04	0,01	—	—	—
50	400	VV	8	1,64	0,59	0,21	0,07	0,03	—	—	—
50	400	VV	9	—	1,07	0,38	0,14	0,05	0,02	—	—
50	400	VV	10	—	1,97	0,70	0,25	0,09	0,03	0,01	—
50	400	VV	11	—	—	1,29	0,46	0,16	0,06	0,02	—
50	400	VV	12	—	—	2,36	0,84	0,30	0,11	0,04	—
50	400	VV	NETOL	—	—	—	1,74	0,62	0,22	0,08	—
50	800	UV	7	0,15	0,05	0,02	—	—	—	—	—
50	800	UV	8	0,28	0,10	0,04	0,01	—	—	—	—
50	800	UV	9	0,51	0,18	0,07	0,02	—	—	—	—
50	800	UV	10	0,94	0,34	0,12	0,04	0,02	—	—	—
50	800	UV	11	1,72	0,61	0,22	0,08	0,03	0,01	—	—
50	800	UV	12	—	1,13	0,40	0,14	0,05	0,02	—	—
50	800	UV	NETOL	—	2,33	0,83	0,30	0,11	0,04	0,01	—
100	100	U	7	—	—	—	—	—	1,85	0,66	0,24
100	100	U	8	—	—	—	—	—	—	1,21	0,43
100	100	U	9	—	—	—	—	—	—	2,21	0,79
100	100	U	10	—	—	—	—	—	—	—	1,44
100	100	U	11	—	—	—	—	—	—	—	2,64
100	200	U	7	—	—	2,53	0,91	0,32	0,12	0,04	0,01
100	200	U	8	—	—	—	1,66	0,59	0,21	0,08	0,03
100	200	U	9	—	—	—	—	1,08	0,39	0,14	0,05
100	200	U	10	—	—	—	—	1,98	0,71	0,25	0,09
100	200	U	11	—	—	—	—	—	1,29	0,46	0,17
100	200	U	12	—	—	—	—	—	2,37	0,84	0,30
100	200	U	NETOL	—	—	—	—	—	—	1,84	0,66
100	400	VV	7	—	—	—	2,28	0,81	0,29	0,10	0,04
100	400	VV	8	—	—	—	—	1,49	0,53	0,19	0,07
100	400	VV	9	—	—	—	—	2,72	0,97	0,35	0,12
100	400	VV	10	—	—	—	—	—	1,78	0,64	0,23
100	400	VV	11	—	—	—	—	—	—	1,16	0,42
100	400	VV	12	—	—	—	—	—	—	2,13	0,76
100	400	VV	NETOL	—	—	—	—	—	—	—	1,66

Tabelul 5.34 (continuare)

Diametrul exterior mm	Lungimea de prelucrat mm	Prindere	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de așchiere t, mm							
				0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
				Avansul s_g, mm/rot							
100	800	VV	7	—	1,12	0,40	0,14	0,05	0,02	—	—
100	800	VV	8	—	2,04	0,73	0,26	0,09	0,03	0,01	—
100	800	VV	9	—	—	1,33	0,48	0,17	0,06	0,02	—
100	800	VV	10	—	—	2,44	0,87	0,31	0,11	0,04	0,01
100	800	VV	11	—	—	—	1,59	0,57	0,20	0,07	0,03
100	800	VV	12	—	—	—	2,92	1,04	0,37	0,13	0,05
100	800	VV	NETOL	—	—	—	—	2,27	0,81	0,29	0,10
100	1600	UV	7	0,53	0,19	0,07	0,02	—	—	—	—
100	1600	UV	8	0,98	0,35	0,12	0,04	0,02	—	—	—
100	1600	UV	9	1,78	0,64	0,23	0,08	0,03	0,01	—	—
100	1600	UV	10	—	1,17	0,42	0,15	0,05	0,02	—	—
100	1600	UV	11	—	2,13	0,76	0,27	0,10	0,03	0,01	—
100	1600	UV	12	—	—	1,39	0,50	0,18	0,06	0,02	—
100	1600	UV	NETOL	—	—	—	1,09	0,39	0,14	0,05	0,02
200	200	U	7	—	—	—	—	—	—	2,30	0,82
200	200	U	8	—	—	—	—	—	—	—	1,50
200	200	U	9	—	—	—	—	—	—	—	2,74
200	400	VV	7	—	—	—	—	—	—	—	2,07
200	800	VV	7	—	—	—	—	2,84	1,01	0,36	0,13
200	800	VV	8	—	—	—	—	—	1,85	0,66	0,24
200	800	VV	9	—	—	—	—	—	—	1,21	0,43
200	800	VV	10	—	—	—	—	—	—	2,21	0,79
200	800	VV	11	—	—	—	—	—	—	—	1,44
200	800	VV	12	—	—	—	—	—	—	—	2,63
200	1600	VV	7	—	—	1,39	0,50	0,18	0,06	0,02	—
200	1600	VV	8	—	—	2,54	0,91	0,32	0,12	0,04	0,01
200	1600	VV	9	—	—	—	1,66	0,59	0,21	0,08	0,03
200	1600	VV	10	—	—	—	—	1,08	0,39	0,14	0,05
200	1600	VV	11	—	—	—	—	1,98	0,71	0,25	0,09
200	1600	VV	12	—	—	—	—	—	1,29	0,46	0,16
200	1600	VV	NETOL	—	—	—	—	—	2,96	1,06	0,38
200	3200	UV	7	1,86	0,66	0,24	0,08	0,03	0,01	—	—
200	3200	UV	8	—	1,21	0,43	0,15	0,06	0,02	—	—
200	3200	UV	9	—	2,21	0,79	0,28	0,10	0,04	0,01	—
200	3200	UV	10	—	—	1,45	0,52	0,18	0,07	0,02	—
200	3200	UV	11	—	—	2,64	0,94	0,34	0,12	0,04	0,02
200	3200	UV	12	—	—	—	1,72	0,62	0,22	0,08	0,03
200	3200	UV	NETOL	—	—	—	—	1,42	0,51	0,18	0,06
400	1600	VV	7	—	—	—	—	—	—	1,26	0,45
400	1600	VV	8	—	—	—	—	—	—	2,30	0,82
400	1600	VV	9	—	—	—	—	—	—	—	1,50
400	1600	VV	10	—	—	—	—	—	—	—	2,74
400	3200	VV	7	—	—	—	1,73	0,62	0,22	0,08	0,03
400	3200	VV	8	—	—	—	—	1,13	0,40	0,14	0,05
400	3200	VV	9	—	—	—	—	2,06	0,73	0,26	0,09
400	3200	VV	10	—	—	—	—	—	1,34	0,48	0,17
400	3200	VV	11	—	—	—	—	—	2,45	0,87	0,31
400	3200	VV	12	—	—	—	—	—	—	1,60	0,57
400	3200	VV	NETOL	—	—	—	—	—	—	—	1,38
400	6400	UV	7	—	2,31	0,83	0,29	0,11	0,04	0,01	—
400	6400	UV	8	—	—	1,51	0,54	0,19	0,07	0,02	—
400	6400	UV	9	—	—	2,75	0,98	0,35	0,13	0,04	0,02

Tabelul 5.34. (continuare)

Diametrul exterior mm	Lungimea de prelucrat mm	Prindere	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de aşchiere t, mm							
				0,2	0,4	0,8	1,6	5,2	6,4	12,8	25,6
				Avansul s_g, mm/rot							
400	6400	UV	10	—	—	—	1,79	0,64	0,23	0,08	0,03
400	6400	UV	11	—	—	—	—	1,17	0,42	0,15	0,05
400	6400	UV	12	—	—	—	—	2,13	0,76	0,27	0,10
400	6400	UV	NETOL	—	—	—	—	—	1,85	0,66	0,24
800	3200	VV	7	—	—	—	—	—	—	—	1,57
800	3200	VV	8	—	—	—	—	—	—	—	2,86
800	6400	VV	7	—	—	—	—	2,15	0,77	0,27	0,10
800	6400	VV	8	—	—	—	—	—	1,40	0,50	0,18
800	6400	VV	9	—	—	—	—	—	2,55	0,91	0,33
800	6400	VV	10	—	—	—	—	—	—	1,66	0,59
800	6400	VV	11	—	—	—	—	—	—	—	1,08
800	6400	VV	12	—	—	—	—	—	—	—	1,98
1600	3200	U	7	—	—	—	—	—	—	—	2,17
1600	6400	U	7	—	—	—	—	2,97	1,06	0,38	0,14
1600	6400	U	8	—	—	—	—	—	1,93	0,69	0,25
1600	6400	U	9	—	—	—	—	—	—	1,26	0,45
1600	6400	U	10	—	—	—	—	—	—	2,29	0,82
1600	6400	U	11	—	—	—	—	—	—	—	1,49
1600	6400	U	12	—	—	—	—	—	—	—	2,72

Notaţii: U — universal; VV — între vîrfuri; UV — universal şi vîrf; NETOL — netolerat.

Pentru alte condiţii se aplică coeficienţii din tabelele 5.35...5.38.

d. **Deformarea locală a pieselor cu pereţi subţiri.** Din relaţia (5.40) se obţine expresia avansului maxim admis de deformarea locală a piesei, s_3:

$$s_3 = 883{,}2\, K_{s31} \cdot K_{s32} \cdot \frac{(D-d)^{5{,}333} \cdot D^{11{,}728} \cdot (IT)^{1{,}333}}{(D+d)^4 \cdot d^{11{,}385} \cdot t^{1{,}485}} \quad [\text{mm/rot}], \qquad (5.78)$$

unde $K_{s31} = 0{,}00103 \left(\frac{E}{C_Y (HB)^{e_2}}\right)^{1{,}333}$ (5.79)

are valorile date în tabelul 5.40 şi

$K_{s32} = \left(\frac{2}{1 + \left(\frac{\cos \varkappa}{\cos 45^\circ}\right)^2}\right)^{1{,}333}$ are valorile date în tabelul 5.41. (5.80)

În tabelul 5.39 sînt date valorile avansului s_3 pentru $K_{s31} = K_{s32} = 1$. Pentru alte condiţii se aplică coeficienţii din tabelele 5.40 şi 5.41.

e. **Incovoierea cuţitului.** Din relaţiile (5.53) şi (5.54) se obţin avansurile s_4 maxim admise de încovoierea cuţitului pentru:

— strunjire exterioară

$$s_4 = 0{,}00348 \cdot K_{s41} \cdot K_{s42} \cdot K_{s43} \cdot \left(\frac{b \cdot h}{t}\right)^{1{,}333} \quad [\text{mm/rot}] \qquad (5.81)$$

Tabelul 5.35. **Coeficienți pentru corectarea avansului s_2**

Duritate *HB*	Material			
	Oțel	Fontă	Aliaje de Cu	Aliaje de Al
	K_{s21}			
15	—	—	5,93	—
30	—	—	3,74	—
45	—	—	2,85	0,47
60	—	—	2,35	0,41
75	—	—	2,03	0,37
90	—	—	1,80	0,34
105	—	—	1,62	0,32
120	1,35	2,04	1,48	0,30
135	1,28	1,89	1,37	0,28
150	1,22	1,76	1,28	—
165	1,16	1,65	1,20	—
180	1,09	1,55	1,13	—
195	1,00	1,46	—	—
210	0,93	1,39	—	—
225	0,87	1,32	—	—
240	0,81	1,26	—	—
255	0,77	1,20	—	—
270	0,72	1,15	—	—
285	0,69	1,11	—	—
300	0,65	1,07	—	—
315	0,62	1,03	—	—
330	0,59	1,00	—	—
345	—	0,96	—	—
360	—	0,93	—	—
375	—	0,91	—	—

Tabelul 5.36. **Valorile coeficientului k_{s22}**

Prindere	În universal	Între vîrfuri	În universal și vîrf
k_{s22}	1,00	40,32	110

Tabelul 5.37. **Valorile coeficientului K_{s23}**

Unghi de atac principal $\varkappa$	30°	45°	60°	75°	90°
k_{s23}	0,89	1,00	1,07	1,11	1,72

Tabelul 5.38. **Valorile coeficientului K_{s24}**

Raza la vîrf a cuțitului r_ε mm	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
k_{s24}	2,13	1,79	1,42	1,19	1 ,08	1,00	0,95	0,9

Tabelul 5.39. **Avansul s_3 maxim admis de deformarea locală a pieselor cu pereţi subţiri**

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de aşchiere t, mm							
			0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
			Avansul s_3, mm/rot							
25	23	9	0,01	—	—	—	—	—	—	—
25	23	10	0,02	—	—	—	—	—	—	—
25	23	11	0,04	0,01	—	—	—	—	—	—
25	23	12	0,07	0,03	—	—	—	—	—	—
25	23	NETOL	0,14	0,05	0,02	—	—	—	—	—
25	22	7	0,05	0,02	—	—	—	—	—	—
25	22	8	0,10	0,04	0,01	—	—	—	—	—
25	22	9	0,18	0,07	0,02	—	—	—	—	—
25	22	10	0,34	0,12	0,04	—	—	—	—	—
25	22	11	0,62	0,22	0,08	—	—	—	—	—
25	22	12	1,13	0,41	0,14	—	—	—	—	—
25	22	NETOL	2,23	0,80	0,28	—	—	—	—	—
25	21	7	0,47	0,17	0,06	0,02	—	—	—	—
25	21	8	0,86	0,31	0,11	0,04	—	—	—	—
25	21	9	1,58	0,57	0,20	0,07	—	—	—	—
25	21	10	2,90	1,04	0,37	0,13	—	—	—	—
25	21	11	—	1,90	0,68	0,24	—	—	—	—
25	21	12	—	—	1,24	0,44	—	—	—	—
25	21	NETOL	—	—	2,44	0,87	—	—	—	—
50	46	7	0,02	—	—	—	—	—	—	—
50	46	8	0,03	0,01	—	—	—	—	—	—
50	46	9	0,05	0,02	—	—	—	—	—	—
50	46	10	0,09	0,03	0,01	—	—	—	—	—
50	46	11	0,17	0,06	0,02	—	—	—	—	—
50	46	12	0,32	0,11	0,04	0,01	—	—	—	—
50	46	NETOL	0,66	0,24	0,08	0,03	—	—	—	—
50	44	7	0,24	0,09	0,03	0,01	—	—	—	—
50	44	8	0,44	0,16	0,06	0,02	—	—	—	—
50	44	9	0,81	0,29	0,10	0,04	—	—	—	—
50	44	10	1,49	0,53	0,19	0,07	—	—	—	—
50	44	11	2,72	0,97	0,35	0,12	—	—	—	—
50	44	12	—	1,78	0,64	0,23	—	—	—	—
50	44	NETOL	—	—	1,32	0,47	—	—	—	—
50	42	7	2,08	0,74	0,27	0,09	0,03	—	—	—
50	42	8	—	1,36	0,49	0,17	0,06	—	—	—
50	42	9	—	2,49	0,89	0,32	0,11	—	—	—
50	42	10	—	—	1,63	0,58	0,21	—	—	—
50	42	11	—	—	2,98	1,07	0,38	—	—	—
50	42	12	—	—	—	1,95	0,70	—	—	—
50	42	NETOL	—	—	—	—	1,44	—	—	—
100	92	7	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—
100	92	8	0,12	0,04	0,02	—	—	—	—	—
100	92	9	0,23	0,08	0,03	0,01	—	—	—	—
100	92	10	0,42	0,15	0,05	0,02	—	—	—	—
100	92	11	0,76	0,27	0,10	0,03	0,01	—	—	—
100	92	12	1,40	0,50	0,18	0,06	0,02	—	—	—
100	92	NETOL	—	1,09	0,39	0,14	0,05	—	—	—
100	88	7	1,07	0,38	0,14	0,05	0,02	—	—	—
100	88	8	1,96	0,70	0,25	0,09	0,03	—	—	—
100	88	9	—	1,28	0,46	0,16	0,06	—	—	—
100	88	10	—	2,34	0,84	0,30	0,11	—	—	—
100	88	11	—	—	1,53	0,55	0,20	—	—	—

Tabelul 5.39 (continuare)

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de așchiere t, mm							
			0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
			Avansul s_3, mm/rot							
100	88	12	—	—	2,80	1,00	0,36	—	—	—
100	88	NETOL	—	—	—	2,18	0,78	—	—	—
100	84	7	—	—	1,17	0,42	0,15	0,05	—	—
100	84	8	—	—	2,15	0,77	0,27	0,10	—	—
100	84	9	—	—	—	1,40	0,50	0,18	—	—
100	84	10	—	—	—	2,57	0,92	0,33	—	—
100	84	11	—	—	—	—	1,68	0,60	—	—
100	84	12	—	—	—	—	—	1,10	—	—
100	84	NETOL	—	—	—	—	—	2,39	—	—
200	184	7	0,30	0,11	0,04	0,01	—	—	—	—
200	184	8	0,55	0,20	0,07	0,03	—	—	—	—
200	184	9	1,01	0,36	0,13	0,05	0,02	—	—	—
200	184	10	1,84	0,66	0,24	0,08	0,03	0,01	—	—
200	184	11	—	1,20	0,43	0,15	0,05	0,02	—	—
200	184	12	—	2,20	0,78	0,28	0,10	0,04	—	—
200	184	NETOL	—	—	1,80	0,64	0,23	0,08	—	—
200	176	7	—	1,69	0,60	0,22	0,08	0,03	—	—
200	176	8	—	—	1,10	0,39	0,14	0,05	—	—
200	176	9	—	—	2,02	0,72	0,26	0,09	—	—
200	176	10	—	—	—	1,32	0,47	0,17	—	—
200	176	11	—	—	—	2,41	0,86	0,31	—	—
200	176	12	—	—	—	—	1,57	0,56	—	—
200	176	NETOL	—	—	—	—	—	1,29	—	—
200	168	7	—	—	—	1,85	0,66	0,24	0,08	—
200	168	8	—	—	—	—	1,21	0,43	0,15	—
200	168	9	—	—	—	—	2,21	0,79	0,28	—
200	168	10	—	—	—	—	—	1,44	0,52	—
200	168	11	—	—	—	—	—	2,64	0,94	—
200	168	12	—	—	—	—	—	—	1,72	—
200	168	NETOL	—	—	—	—	—	—	—	—
400	368	7	1,33	0,48	0,17	0,06	0,02	—	—	—
400	368	8	2,43	0,87	0,31	0,11	0,04	0,01	—	—
400	368	9	—	1,59	0,57	0,20	0,07	0,03	—	—
400	368	10	—	2.90	1.04	0.37	0.13	0.05	0.02	—
400	368	11	—	—	1.89	0.68	0.24	0.09	0.03	—
400	368	12	—	—	—	1.23	0.44	0.16	0.06	—
400	368	NETOL	—	—	—	2.99	1.07	0.38	0.14	—
400	352	7	—	—	2.67	0.95	0.34	0.12	0.04	—
400	352	8	—	—	—	1.74	0.62	0.22	0,08	—
400	352	9	—	—	—	—	1,14	0,41	0,14	—
400	352	10	—	—	—	—	2,07	0,74	0,26	—
400	352	11	—	—	—	—	—	1,35	0,48	—
400	352	12	—	—	—	—	—	2,47	0,88	—
400	352	NETOL	—	—	—	—	—	—	2,14	—
400	336	7	—	—	—	—	2,92	1,04	0,37	0,13
400	336	8	—	—	—	—	—	1,91	0,68	0,24
400	336	9	—	—	—	—	—	—	1,24	0,44
400	336	10	—	—	—	—	—	—	2,27	0,81
400	336	11	—	—	—	—	—	—	—	1,48
400	336	12	—	—	—	—	—	—	—	2,70
800	736	7	—	2,11	0,75	0,27	0,10	0,03	0,01	—
800	736	8	—	—	1,37	0,49	0,18	0,06	0,02	—

Tabelul 5.39 (continuare)

Diametrul exterior mm	Diametrul interior mm	Clasa de precizie ISO	Adîncimea de așchiere t, mm							
			0,2	0,4	0,8	1,6	2,2	6,4	12,8	25,6
			Avansul s_3, mm/rot							
800	736	9	—	—	2,50	0,89	0,32	0,11	0,04	0,01
800	736	10	—	—	—	1,63	0,58	0,21	0,07	0,03
800	736	11	—	—	—	2,97	1,06	0,38	0,14	0,05
800	736	12	—	—	—	—	1,94	0,69	0,25	0,09
800	736	NETOL	—	—	—	—	—	1,77	0,63	0,23
800	704	7	—	—	—	—	1,51	0,54	0,19	0,07
800	704	8	—	—	—	—	2,75	0,98	0,35	0,13
800	704	9	—	—	—	—	—	1,79	0,64	0,23
800	704	10	—	—	—	—	—	—	1,17	0,42
800	704	11	—	—	—	—	—	—	2,13	0,76
800	704	12	—	—	—	—	—	—	—	1,39
800	672	7	—	—	—	—	—	—	1,65	0,59
800	672	8	—	—	—	—	—	—	—	1,07
800	672	9	—	—	—	—	—	—	—	1,96
1600	1472	7	—	—	—	1,19	0,42	0,15	0,05	0,02
1600	1472	8	—	—	—	2,16	0,77	0,28	0,10	0,04
1600	1472	9	—	—	—	—	1,41	0,50	0,18	0,06
1600	1472	10	—	—	—	—	2,57	0,92	0,33	0,12
1600	1472	11	—	—	—	—	—	1,67	0,60	0,21
1600	1472	12	—	—	—	—	—	—	1,09	0,39
1600	1472	NETOL	—	—	—	—	—	—	2,92	1,04
1600	1408	7	—	—	—	—	—	2,38	0,85	0,30
1600	1408	8	—	—	—	—	—	—	1,55	0,55
1600	1408	9	—	—	—	—	—	—	2,82	1,01
1600	1408	10	—	—	—	—	—	—	—	1,83
1600	1344	7	—	—	—	—	—	—	—	2,60
3200	2944	7	—	—	—	—	1,87	0,67	0,24	0,09
3200	2944	8	—	—	—	—	—	1,22	0,44	0,16
3200	2944	9	—	—	—	—	—	2,22	0,79	0,28
3200	2944	10	—	—	—	—	—	—	1,44	0,52
3200	2944	11	—	—	—	—	—	—	2,63	0,94
3200	2944	12	—	—	—	—	—	—	—	1,71
3200	2816	7	—	—	—	—	—	—	—	1,34
3200	2816	8	—	—	—	—	—	—	—	2,44

— strunjire interioară

$$s_4 = 0{,}000344 \cdot K_{s41} \cdot K_{s42} \cdot K_{s43} \cdot \frac{d_c^{2,667}}{t^{1,333}} \quad [\text{mm/rot}] \qquad (5.82)$$

în care:

b este lățimea corpului cuțitului (fig. 5.10), mm

h — înălțimea corpului cuțitului mm;

d_c — diametrul corpului cuțitului, mm;

$K_{s41} = \dfrac{1064}{[C_Z \cdot (HB)^{e_2}]^{1,333}}$ are valorile date în tabelul 5.43; (5.83)

$K_{s42} = K_{s23}$ [v. (5.76)] are valori în tabelul 5.37;

$$K_{s43} = \frac{1{,}08}{r^{0,11}}. \qquad (5.84)$$

Tabelul 5.40. **Coeficienți pentru corectarea avansului s_3**

Duritate *HB*	Material			
	Oțel	Fontă	Aliaje de Cu	Aliaje de Al
	K_{s3}			
15	—	—	7,35	—
30	—	—	4,63	—
45	—	—	3,53	0,47
60	—	—	2,91	0,41
75	—	—	2,51	0,37
90	—	—	2,22	0,34
105	—	—	2,01	0,32
120	1,34	2,53	1,84	0,30
135	1,27	2,34	1,70	0,28
150	1,21	2,18	1,58	—
165	1,16	2,05	1,49	—
180	1,08	1,93	1,40	—
195	1,00	1,82	—	—
210	0,93	1,72	—	—
225	0,86	1,64	—	—
240	0,81	1,56	—	—
255	0,76	1,49	—	—
270	0,72	1,43	—	—
285	0,68	1,38	—	—
300	0,65	1,32	—	—
315	0,62	1,28	—	—
330	0,59	1,24	—	—
345	—	1,20	—	—
360	—	1,16	—	—
375	—	1,12	—	—

Tabelul 5.41. **Valorile coeficientului K_{s32}**

Unghi de atac principal $\varkappa$	30°	45°	60°	75°	90°
K_{s32}	0,74	1,00	1,47	2,13	2,52

În tabelul 5.42 sînt date valorile avansului s_4 pentru $K_{s41} = K_{s42} = K_{s43} = 1$. Pentru alte condiții se aplică coeficienții din tabelele 5.43, 5.37 și 5.44.

f. Comprimarea plăcuței din carburi metalice. Din relația (5.60) se obține expresia avansului s_5 maxim admis de rezistența plăcuței:

$$s_5 = 0{,}129 \cdot K_{s51} \cdot K_{s52} \cdot K_{s53} \cdot \frac{s_p^{1,667}}{t^{0,307}} \quad [\text{mm/tof}] \qquad (5.85)$$

în care:

s_p este grosimea plăcuței CM, mm;

$K_{s51} = K_{s41}$ [v. relația (5.83)] are valorile date în tabelul 5.43;

Tabelul 5.42. **Avansul s_4 maxim admis de încovoierea cuțitului**

Strunjire	Caracteristica cuțitului		Adîncimea de așchiere t, mm							
			0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
			Avansul s_4, mm/rot							
Exterioară	1	8	—	3,02	1,20	0,48	0,17	0,07	0,03	0,01
		10	—	—	2,18	0,86	0,34	0,14	0,05	0,02
		12	—	—	—	1,40	0,56	0,22	0,09	0,03
		16	—	—	—	3,02	1,20	0,48	0,19	0,07
		20	—	—	—	—	2,18	0,86	0,34	0,14
		25	—	—	—	—	—	1,56	0,62	0,25
		32	—	—	—	—	—	3,02	1,20	0,48
		40	—	—	—	—	—	—	2,18	0,86
		50	—	—	—	—	—	—	—	1,56
	2	8×12	—	—	2,06	0,82	0,32	0,13	0,05	0,02
		10×16	—	—	—	1,62	0,64	0,25	0,10	0,04
		12×20	—	—	—	2,77	1,10	0,44	0,17	0,07
		16×25	—	—	—	—	2,18	0,86	0,34	0,14
		20×32	—	—	—	—	—	1,62	0,64	0,25
		25×40	—	—	—	—	—	2,93	1,16	0,46
		32×50	—	—	—	—	—	—	2,18	0,86
		40×68	—	—	—	—	—	—	—	1,58
Interioară	3	6	0,35	0,14	0,06	0,02	0,01	—	—	—
		8	0,75	0,30	0,12	0,05	0,02	0,01	—	—
		10	1,37	0,54	0,22	0,09	0,03	0,01	0,01	—
		12	—	0,88	0,35	0,14	0,06	0,02	0,01	—
		16	—	1,90	0,75	0,30	0,12	0,05	0,02	0,01
		20	—	—	1,37	0,54	0,22	0,09	0,03	0,01
		25	—	—	—	0,98	0,39	0,15	0,06	0,02
		32	—	—	—	1,90	0,75	0,30	0,12	0,05

Tabelul 5.43. **Coeficienți de corecție ai avansului s_4**

Duritate *HB*	Material		Duritate *HB*	Material	
	Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu		Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu
	K_{s41}			K_{s41}	
15	—	14,02	210	0,93	2,38
30	—	8,83	225	0,87	2,26
45	2,13	6,74	240	0,81	2,16
60	1,86	5,56	255	0,76	2,06
75	1,86	4,79	270	0,72	1,98
90	1,54	4,25	285	0,68	1,90
105	1,43	3,83	300	0,65	1,83
120	1,35	3,50	315	0,62	1,77
135	1,27	3,24	330	0,59	1,71
150	1,21	3,02	345	—	1,65
165	1,16	2,83	360	—	1,60
180	1,08	2,66	375	—	1,55
195	1,00	2,51			

$K_{s42} = K_{s23}$ — valori din tabelul 5.37.

Tabelul 5.44. **Valorile coeficientului K_{s43}**

Raza la vîrf a cuțitului r mm	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
K_{s43}	1,39	1,29	1,17	1,08	1,03	1,00	0,98	0,96

$K_{s52} = \left(\frac{\sin 45}{\sin \varkappa}\right)^{0,733}$ are valorile date în tabelul 5.46; (5.86)

$K_{s53} = 0,895\, r^{0,16}$ are valorile date în tabelul 5.47. (5.87)

În tabelul 5.45 sînt date valorile avansurilor s_5 pentru $K_{s51} = K_{s52} = K_{s53} = 1$. Pentru alte condiții se aplică coeficienții din tabelele 5.43; 5.46 și 5.47.

Tabelul 5.45. **Avansul s_5 maxim admis de grosimea plăcuței**

Grosime plăcuță mm	Adîncime de așchiere t, mm							
	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
	Avansul maxim admis s_5, mm/rot							
2	0,67	0,54	0,44	0,35	0,29	0,23	0,19	0,15
3	1,32	1,07	0,85	0,70	0,56	0,46	0,37	0,30
4	2,13	1,72	1,39	1,13	0,91	0,74	0,59	0,48
5	—	2,50	2,02	1,63	1,32	1,07	0,86	0,70
6	—	—	2,74	2,21	1,79	1,45	1,17	0,94
7	—	—	—	2,86	2,31	1,87	1,51	1,22
8	—	—	—	—	2,89	2,33	1,89	1,53
9	—	—	—	—	—	2,84	2,30	1,86
10	—	—	—	—	—	—	2,74	2,21

$K_{s51} = K_{s11}$ — valori din tabelul 5.43.

Tabelul 5.46. **Valorile coeficientului K_{s52}**

Unghi de atac principal $\varkappa$	30°	45°	60°	75°	90°
K_{s52}	1,29	1,00	0,86	0,80	0,78

Tabelul 5.47. **Valorile coeficientului K_{s52}**

Raza la vîrf a cuțitului, r mm	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
K_{s53}	0,62	0,69	0,80	0,90	0,95	1,00	1,04	1,07

g. Avans recomandat. În tabelul 5.48 sînt date avansurile recomandate s_r, obținute, pentru anumite ipoteze cu privire la prinderile și sculele folosite, cu relația

$$s_r = \min (s_1, s_2, s_3, s_4, s_5) \quad [\text{mm/rot}] \tag{5.88}$$

Tabelul 5.48. **Avansul s_r, recomandat pentru strunjire exterioară**

Material: oțel $HB = 195$

Diametrul prelucrat mm	Lungimea de prelucrare mm	Adîncimea de așchiere t mm	Clasa de precizie ISO					
			Netolerat		11		9	7
			Rugozitatea suprafeței R_a, μm					
			50	25	12,5	6,3	3,2	1,6
			Avansul recomandat s_r, mm/rot					
50	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0.24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
50	100	4,0	0,42(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
50	100	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,21(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,04(2)
50	100	16,0	0,09(4)	0,09(4)	0,09(4)	0,09(4)	0,05(2)	0,01(2)
50	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,20(2)	0,17(1)	0,06(2)	0,02(2)
50	200	4,0	0,28(2)	0,28(2)	0,07(2)	0,07(2)	0,02(2)	0,01(2)
50	200	8,0	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,03(2)	0,01(2)	—
50	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,05(2)
50	400	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,18(2)	0,17(1)	0,05(2)	0,02(2)
50	400	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,07(2)	0,07(2)	0,02(2)	0,01(2)
50	400	16,0	0,08(4)	0,08(4)	0,02(2)	0,02(2)	0,01(2)	—
50	800	2,0	0,33(2)	0,33(2)	0,09(2)	0,09(2)	0,03(2)	0,01(2)
100	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	4,0	0,42(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,21(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	16,0	0,09(4)	0,09(4)	0,09(4)	0,09(4)	0,09(4)	0,08(1)
100	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0 08(1)
100	200	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,21(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	16,0	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,05(2)
100	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,21(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	16,0	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,08(4)	0,08(1)
100	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	800	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,06(2)
100	800	8,0	0,21(4)	0,21(4)	0,21(4)	0,17(1)	0,07(2)	0,02(2)
100	800	16,0	0,08(4)	0,08(4)	0,08(2)	0,08(2)	0,02(2)	0,01(2)
100	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,08(2)	0,02(2)
100	1600	4,0	0,40(2)	0,30(1)	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,01(2)
100	1600	8,0	0,14(2)	0,14(2)	0,04(2)	0,04(2)	0,01(2)	—
200	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	100	4,0	0,42(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	100	8,0	0,34(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	100	16,0	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	8,0	0,36(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	16,0	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	8,0	0,36(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	16,0	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	4,0	0,44(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	8,0	0,36(5)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	16,0	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,15(4)	0,12(1)	0,08(1)
200	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)

Tabelul 5.48 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	1600	8,0	0,35(4)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,06(2)
200	1600	16,0	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,08(2)	0,02(2)
200	3200	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	3200	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,10(2)	0,03(2)
200	3200	8,0	0,35(4)	0,30(1)	0,12(2)	0,12(2)	0,04(2)	0,01(2)
400	200	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	200	16,0	0,55(4)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	400	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	400	16,0	0,55(4)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	800	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	800	16,0	0,55(4)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	1600	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	1600	16,0	0,50(4)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	3200	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	3200	16,0	0,50(4)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,07(2)
400	6400	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,09(2)
400	6400	8,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,11(2)	0,03(2)
400	6400	16,0	0,50(4)	0,44(1)	0,13(2)	0,13(2)	0,04(2)	0,01(2)
800	400	4,0	0,79(1)	0,56(1)	0,39(1)	0,28(1)	0,19(1)	0,14(1)
800	1600	4,0	0,76(1)	0,54(1)	0,39(1)	0,27(1)	0,20(1)	0,14(1)
1600	800	4,0	0,91(1)	0,64(1)	0,45(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)
1600	1600	4,0	0,88(1)	0,63(1)	0,45(1)	0,32(1)	0,23(1)	0,16(1)
Material: fontă $HB = 225$								
50	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
50	100	8,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,05(2)
50	100	16,0	0,20(4)	0,20(4)	0,20(4)	0,17(1)	0,06(2)	0,02(2)
50	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,08(2)	0,02(2)
50	200	4,0	0,37(2)	0,34(1)	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,01(2)
50	200	8,0	0,13(2)	0,13(2)	0,03(2)	0,03(2)	0,01(2)	—
50	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,06(2)
50	400	4,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,07(2)	0,02(2)
50	400	8,0	0,33(2)	0,33(2)	0,09(2)	0,09(2)	0,03(2)	0,01(2)
50	400	16,0	0,12(2)	0,12(2)	0,03(2)	0,03(2)	0,01(2)	—
50	800	2,0	0,45(2)	0,34(1)	0,12(2)	0,12(2)	0,04(2)	0,01(2)
50	800	4,0	0,16(2)	0,16(2)	0,04(2)	0,04(2)	0,01(2)	—
100	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	16,0	0,20(4)	0,20(4)	0,20(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	16,0	0,19(4)	0,19(4)	0,19(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,06(2)
100	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	16,0	0,19(4)	0,19(4)	0,19(4)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	p,12(1)	0,08(1)
100	800	8,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,09(2)	0,03(2)
100	800	16,0	0,19(4)	0,19(4)	0,11(2)	0,11(2)	0,03(2)	0,01(2)
100	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,03(2)
100	1600	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,13(2)	0,13(2)	0,04(2)	0,01(2)
100	1600	8,0	0,19(2)	0,19(2)	0,05(2)	0,05(2)	0,01(2)	—
200	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	100	16,0	0,36(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	16,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	16,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)

Tabelul 5.48 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	800	16,0	0;35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	1600	16,0	0,32(4)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,10(2)	0,03(2)
200	3200	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	3200	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,04(2)
200	3200	8,0	0,42(1)	0,30(1)	0,16(2)	0,15(1)	0,05(2)	0,01(2)
400	200	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	1600	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	3200	16,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,09(2)
400	6400	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	6400	8,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,14(2)	0,04(2)
400	6400	16,0	0,61(1)	0,44(1)	0,17(2)	0,17(2)	0,05(2)	0,02(2)
800	400	4,0	0,79(1)	0,56(1)	0,39(1)	0,28(1)	0,19(1)	0,14(1)
800	1600	4,0	0,76(1)	0,54(1)	0,39(1)	0,27(1)	0,20(1)	0,14(1)
1600	800	4,0	0,91(1)	0,64(1)	0,45(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)
1600	1600	4;0	0,88(1)	0,63(1)	0,45(1)	0,32(1)	0,23(1)	0,16(1)
Material: aliaje de cupru $HB = 90$								
50	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
50	100	8,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,07(2)
50	100	16,0	0,36(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,08(2)	0,02(2)
50	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,11(2)	0,03(2)
50	200	4,0	0,48(1)	0,34(1)	0,13(2)	0,13(2)	0,04(2)	0,01(2)
50	200	8,0	0,18(2)	0,18(2)	0,05(2)	0,05(2)	0,01(2)	—
50	200	16,0	0,06(2)	0,06(2)	0,02(2)	0,02(2)	—	—
50	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
50	400	4,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,10(2)	0,03(2)
50	400	8,0	0,45(2)	0,34(1)	0,12(2)	0,12(2)	0,04(2)	0,01(2)
50	400	16,0	0,16(2)	0,16(2)	0,04(2)	0,04(2)	0,01(2)	—
50	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,16(2)	0,16(2)	0,05(2)	0,01(2)
50	800	4,0	0,21(2)	0,21(2)	0,06(2)	0,06(2)	0,02(2)	0,01(2)
100	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	16,0	0,36(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	16,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	16,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	800	8,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,04(2)
100	800	16,0	0,35(4)	0,34(1)	0,15(2)	0,15(2)	0,04(2)	0,01(2)
100	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,04(2)
100	1600	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,18(2)	0,15(1)	0,05(2)	0,02(2)
100	1600	8,0	0,25(2)	0,25(2)	0,06(2)	0,06(2)	0,02(2)	0,01(2)
200	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	1600	16,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,04(2)
200	3200	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	3200	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,06(2)
200	3200	8,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,07(2)	0,02(2)
400	200	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	1600	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	6400	8,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,06(2)
400	6400	16,0	0,61(1)	0,44(1)	0,23(2)	0,22(1)	0,07(2)	0,02(2)
800	400	4,0	0,79(1)	0,56(1)	0,39(1)	0,28(1)	0,19(1)	0,14(1)
800	1600	4,0	0,76(1)	0,54(1)	0,39(1)	0,27(1)	0,20(1)	0,14(1)
1600	800	4,0	0,91(1)	0,64(1)	0,45(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)
1600	1600	4,0	0,88(1)	0,63(1)	0,45(1)	0,32(1)	0,23(1)	0,16(1)

Tabelul 5.48 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Material: aliaje de aluminiu $HB = 75$								
50	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0 08(1)
50	100	4,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,04(2)
50	100	8,0	0,36(4)	0,34(1)	0,16(2)	0,16(2)	0,05(2)	0,01(2)
50	100	16,0	0,14(4)	0,14(4)	0,06(2)	0,06(2)	0,02(2)	0,01(2)
50	200	2,0	0,29(2)	0,29(2)	0,08(2)	0,08(2)	0,02(2)	0,01(2)
50	200	4,0	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,03(2)	0,01(2)	—
50	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,19(2)	0,17(1)	0,06(2)	0,02(2)
50	400	4,0	0,26(2)	0,26(2)	0,07(2)	0,07(2)	0,02(2)	0,01(2)
50	400	8,0	0,09(2)	0,09(2)	0,02(2)	0,02(2)	0,01(2)	—
100	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	8,0	0,36(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	100	16,0	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	200	8,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,05(2)
100	200	16,0	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,06(2)	0,02(2)
100	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	8,0	0,35(4)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
100	400	16,0	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,14(4)	0,12(1)	0,04(2)
100	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,06(2)
100	800	4,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,07(2)	0,02(2)
100	800	8,0	0,34(2)	0,34(1)	0,09(2)	0,09(2)	0,03(2)	0,01(2)
100	800	16,0	0,12(2)	0,12(2)	0,03(2)	0,03(2)	0,01(2)	—
100	1600	2,0	0,41(2)	0,30(1)	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,01(2)
100	1600	4,0	0,15(2)	0,15(2)	0,04(2)	0,04(2)	0,01(2)	—
200	100	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	100	16,0	0,26(4)	0,26(4)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	200	16,0	0,25(4)	0,25(4)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	400	16,0	0,25(4)	0,25(4)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	2,0	0,48(1)	0,34(1)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	800	16,0	0,25(4)	0,25(4)	0,24(1)	0,17(1)	0,12(1)	0,08(1)
200	1600	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,08(1)
200	1600	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(1)	0,07(2)
200	1600	8,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,08(2)	0,02(2)
200	1600	16,0	0,23(4)	0,23(4)	0,10(2)	0,10(2)	0,03(2)	0,01(2)
200	3200	2,0	0,42(1)	0,30(1)	0,22(1)	0,15(1)	0,11(2)	0,03(2)
200	3200	4,0	0,42(1)	0,30(1)	0,13(2)	0,13(2)	0,04(2)	0,01(2)
200	3200	8,0	0,19(2)	0,19(2)	0,05(2)	0,05(2)	0,01(2)	—
400	200	4,0	0,66(1)	0,46(1)	0,33(1)	0,23(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	1600	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,11(1)
400	3200	8,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)	0,07(2)
400	3200	16,0	0,61(1)	0,44(1)	0,28(2)	0,22(1)	0,08(2)	0,03(2)
400	6400	4,0	0,61(1)	0,44(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,11(2)	0,03(2)
400	6400	8,0	0,59(2)	0,44(1)	0,13(2)	0,13(2)	0,04(2)	0,01(2)
400	6400	16,0	0,21(2)	0,21(2)	0,05(2)	0,05(2)	0,01(2)	—
800	400	4,0	0,79(1)	0,56(1)	0,39(1)	0,28(1)	0,19(1)	0,14(1)
800	1600	4,0	0,76(1)	0,54(1)	0,39(1)	0,27(1)	0,20(1)	0,14(1)
800	6400	16,0	0,76(1)	0,54(1)	0,39(1)	0,27(1)	0,20(1)	0,08(2)
1600	800	4,0	0,91(1)	0,64(1)	0,45(1)	0,31(1)	0,22(1)	0,16(1)
1600	1600	4,0	0,88(1)	0,63(1)	0,45(1)	0,32(1)	0,23()1	0,16(1)
1600	6400	16,0	0,88(1)	0,63(1)	0,45(1)	0,32(1)	0,23(1)	0,16(2)

Notă. (1) limitat de rugozitatea suprafeței; (2) limitat de încovoierea piesei și precizia prelucrării; (4) limitat de încovoierea cuțitului; (5) limitat de rezistența plăcuței.

Din gama de avansuri a maşinii-unelte utilizate se alege valoarea imediat inferioară valorii s_r. Se obţine astfel avansul efectiv. În cazul în care s_r este mai mic decît cel mai mic avans din gama maşinii, se va lua o adîncime de aşchiere efectivă mai mică şi se va relua calculul de la determinarea numărului de treceri.

5.2.1.4. **Viteza de aşchiere şi turaţia.** Viteza de aşchiere determină, împreună cu t şi s, puterea efectivă de aşchiere şi este factorul principal care influenţează temperatura în zona de lucru şi durabilitatea tăişului. Viteza

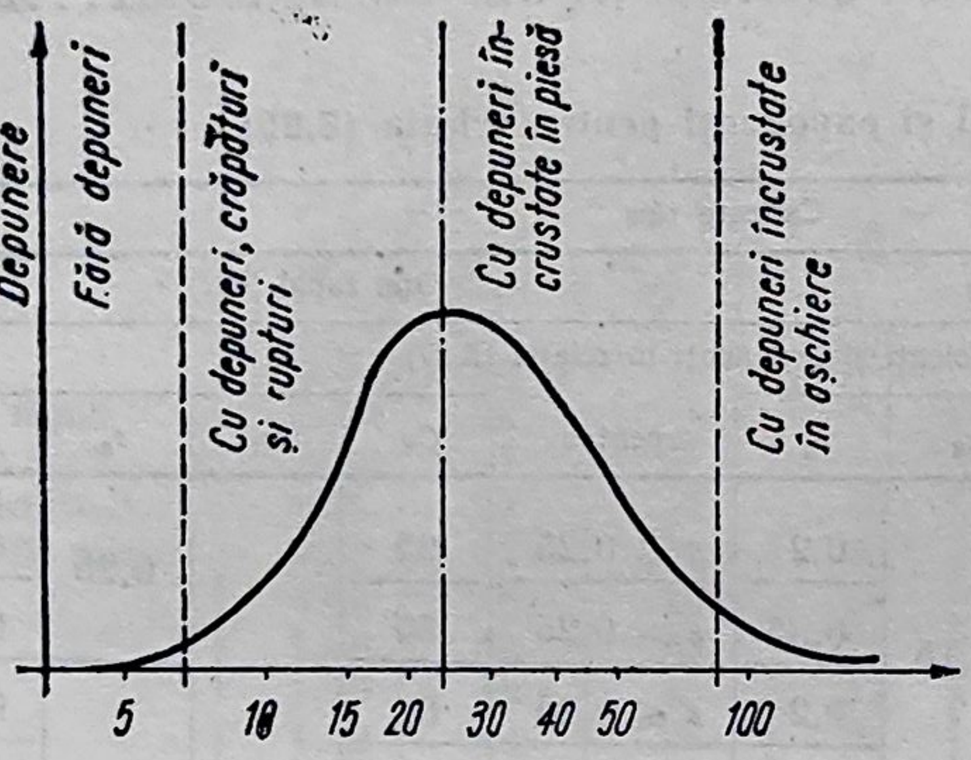


Fig. 5.11. Influenţa vitezei de aşchiere asupra depunerilor pe tăiş.

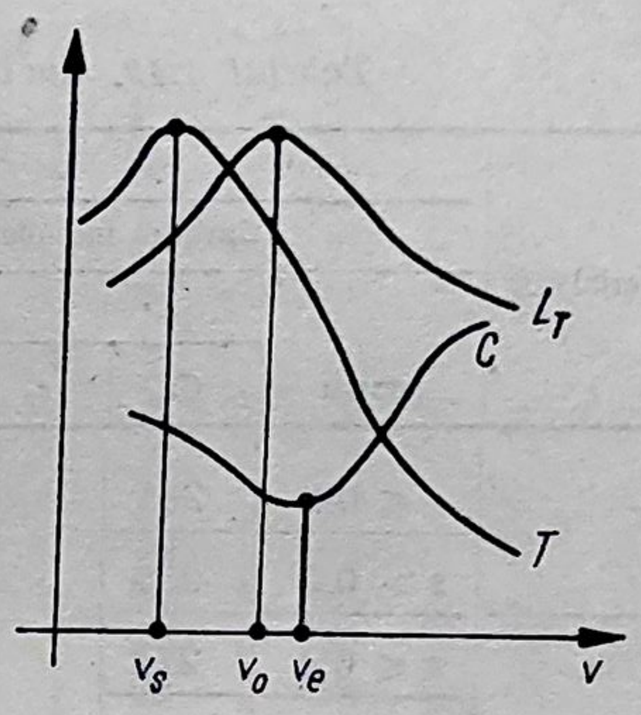


Fig. 5.12. Influenţa vitezei de aşchiere asupra parametrilor l_T, C şi T.

de aşchiere influenţează modul de formare şi de eliminare a depunerilor pe tăiş, depuneri care sînt principalul factor declanşator al vibraţiilor prin modificarea periodică a unghiului de degajare şi a razei de bontire şi care influenţează rugozitatea, precizia şi ecruisarea suprafeţei prelucrate. În fig. 5.11 este prezentată relaţia între viteză şi depunerile pe tăiş.

În fig. 5.12 este prezentată influenţa vitezei de aşchiere asupra durabilităţii T, asupra lungimii drumului de aşchiere l_T şi asupra costului prelucrării C.

a. **Durabilitatea tăişului.** Din relaţiile care exprimă influenţa elementelor regimului de aşchiere şi a celorlalţi factori asupra durabilităţii, se obţine expresia vitezei v_1 maxim admise de durabilitatea tăişului:

$$v_1 = \frac{C_v}{T^{e_7} \cdot t^{e_8} \cdot s^{e_9}} \cdot K_{v11} \cdot K_{v12} \cdot K_{v13} \cdot K_{v14} \cdot K_{v15} \cdot K_{v16} \cdot K_{v17} \cdot K_{v18} \text{ [m/min]}, \quad (5.89)$$

în care:
T este durabilitatea tăişului, min;
t — adîncimea de aşchiere mm;
s — avansul mm/rot;
C_v, e_7, e_8 şi e_9 au valorile date în tabelul 5.49;
$K_{v11} \ldots K_{v16}$ sînt coeficienţi care exprimă influenţa altor factori astfel:
K_{v11} în funcţie de materialul prelucrat (are valori date în tabelul 5.51);
K_{v12} — starea suprafeţei (are valori date în tabelul 5.52); K_{v13} — calitatea

și marca tăișului (are valori date în tabelul 5.53); K_{v14} — unghiul de atac principal (are valori date în tabelul 5.54); K_{v15} — raza la vîrf a cuțitului (are valori date în tabelul 5.55); K_{v16} — forma feței de degajare (are valori date în tabelul 5.56); K_{v17} — profilul tăișului principal (are valori date în tabelul 5.57); K_{v18} — utilizarea unui lichid de așchiere (are valori date în tabelul 5.58).

În tabelul 5.50 sînt date vitezele de așchiere maxim admise de durabilitatea tăișului în condițiile în care toți coeficienții $K_{v11}...K_{v18}$ au valoarea 1. Pentru alte condiții se aplică coeficienții din tabelele 5.51...5.58.

Tabelul 5.49. **Coeficienți și exponenți pentru relația (5.89)**

Material	Calitate tăiș									
	Carbură metalică (*CM*)					Oțel rapid (*OR*)				
	Coeficienți și exponenți în relația (5.87)									
	pentru	C_v	c_7	c_8	c_9	pentru	C_v	c_7	c_8	c_9
Oțel	$s \leqslant 0{,}3$	281	0,2	0,15	0,2	$s \leqslant 0{,}25$	95	0,125	0,25	0,33
	$s > 0{,}3$	235			0,35	$s > 0{,}25$	60			0,66
Fontă	$s \leqslant 0{,}4$	274			0,2	$s \leqslant 0{,}25$	86		0,15	0,3
	$s > 0{,}4$	228			0,4	$s > 0{,}25$	75			0,4
Aliaj Cu	$s \leqslant 0{,}4$	610		0,18	0,2	$s \leqslant 0{,}2$	231			0,25
	$s > 0{,}4$	508			0,4	$s > 0{,}2$	203			0,33
Aliaj Al	$s \leqslant 0{,}4$	915			0,2	$s \leqslant 0{,}25$	322		0,2	0,25
	$s > 0{,}4$	762			0,35	$s > 0{,}25$	228			0,5

Tabelul 5.50. **Viteza de așchiere v_1 maxim admisă de durabilitatea tăișului**

Material: oțel $HB = 195$

Tăiș	Avansul s mm/rot	Adîncimea de așchiere t_1, mm							
		0,2	0,4	0.8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
		Viteza de așchiere v, m/min							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carbură metalică P 20 cu durabilitate $T = 90$ min	0,05	266	239	216	195	175	158	142	128
	0,10	231	208	188	169	153	138	124	112
	0,15	213	192	173	156	141	127	114	103
	0,20	201	181	164	147	133	120	108	97
	0,25	193	174	156	141	127	115	103	93
	0,30	186	167	151	136	123	110	100	90
	0,40	168	152	137	123	111	100	90	81
	0,50	156	140	126	114	103	93	83	75
	0,60	146	132	119	107	96	87	78	70
	0,70	138	125	112	101	91	82	74	67
	0,80	132	119	107	97	87	78	71	64
	0,90	127	114	103	93	84	75	68	61

Tabelul 5.50 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1,00	122	110	99	89	81	73	65	59
	1,20	115	103	93	84	76	68	61	55
	1,40	109	98	88	79	72	65	58	52
	1,60	104	93	84	76	68	62	55	50
	1,80	99	90	81	73	66	59	53	48
	2,00	96	86	78	70	63	57	51	46
	0,05	229	193	162	136	114	96	81	68
	0,10	182	153	129	108	91	77	64	54
	0,15	159	134	113	95	80	67	56	47
	0,20	145	122	102	86	72	61	51	43
	0,25	135	113	95	80	67	57	48	40
	0,30	119	100	84	71	60	50	42	35
	0,40	99	83	70	59	49	41	35	29
Oţel rapid Rp 3 cu durabilitate $T = 60$ min	0,50	85	71	60	51	43	36	30	25
	0,60	75	63	53	45	38	32	27	22
	0,70	68	57	48	40	34	29	24	20
	0,80	62	52	44	37	31	26	22	19
	0,90	58	49	41	34	29	24	20	17
	1,00	54	45	38	32	27	23	19	16
	1,20	48	40	34	28	24	20	17	14
	1,40	43	36	30	26	22	18	15	13
	1,60	39	33	28	23	20	17	14	12
	1,80	37	31	26	22	18	15	13	11
	2,00	34	29	24	20	17	14	12	10
Material: fontă $HB = 225$									
	0,05	258	233	210	189	170	154	138	125
	0,10	225	203	183	165	148	134	121	109
	0,15	207	187	168	152	137	123	111	100
	0,20	196	176	159	143	129	116	105	95
	0,25	187	169	152	137	124	111	100	90
	0,30	181	163	147	132	119	107	97	87
	0,40	170	154	138	125	112	101	91	82
Carbură metalică K 20 cu durabilitate $T = 90$ min	0,50	156	140	127	114	103	93	83	75
	0,60	145	131	118	106	96	86	78	70
	0,70	136	123	111	100	90	81	73	66
	0,80	129	116	105	95	85	77	69	62
	0,90	123	111	100	90	81	73	66	59
	1,00	118	106	96	86	78	70	63	57
	1,20	110	99	89	80	72	65	59	53
	1,40	103	93	84	76	68	61	55	50
	1,60	98	88	79	72	65	58	52	47
	1,80	93	84	76	68	62	55	50	45
	2,00	89	81	73	66	59	53	48	43
Oţel rapid Rp 3 cu durabilitate $T = 60$ min	0,05	161	145	131	118	106	96	86	78
	0,10	131	118	106	96	86	78	70	63
	0,15	116	105	94	85	77	69	62	56
	0,20	106	96	86	78	70	63	57	51
	0,25	100	90	81	73	66	59	53	48

Tabelul 5.50 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oțel rapid Rp 3 cu durabilitate $T = 60$ min	0,30	93	84	75	68	61	55	50	45
	0,40	83	74	67	60	55	49	44	40
	0,50	76	68	61	55	50	45	40	36
	0,60	70	63	57	51	46	42	38	34
	0,70	66	60	54	48	44	39	35	32
	0,80	63	56	51	46	41	37	34	30
	0,90	60	54	49	44	39	36	32	29
	1,00	57	52	47	42	38	34	31	28
	1,20	53	48	43	39	35	32	29	26
	1,40	50	45	41	37	33	30	27	24
	1,60	47	43	39	35	31	28	25	23
	1,80	45	41	37	33	30	27	24	22
	2,00	43	39	35	32	29	26	23	21
Material: aliaj de cupru $HB = 90$									
Carbură metalică K 20 cu durabilitate $T = 90$ min	0,05	604	533	470	415	366	323	286	252
	0,10	525	464	409	361	319	282	249	219
	0,15	485	428	378	333	294	260	229	202
	0,20	457	404	356	315	278	245	216	191
	0,25	437	386	341	301	266	234	207	183
	0,30	422	372	329	290	256	226	200	176
	0,40	398	351	310	274	242	213	188	166
	0,50	364	322	284	251	221	195	172	152
	0,60	339	299	264	233	206	181	160	141
	0,70	318	281	248	219	193	171	151	133
	0,80	302	266	235	208	183	162	143	126
	0,90	288	254	224	198	175	154	136	120
	1,00	276	244	215	190	168	148	131	115
	1,20	257	227	200	177	156	138	121	107
	1,40	241	213	188	166	147	129	114	101
	1,60	229	202	178	157	139	123	108	96
	1,80	218	193	170	150	132	117	103	91
	2,00	209	185	163	144	127	112	99	87
Oțel rapid Rp 3 cu durabilitate $T = 60$ min	0,05	373	336	303	273	246	222	200	180
	0,10	314	283	255	230	207	186	168	151
	0,15	283	255	230	207	187	169	152	137
	0,20	264	238	214	193	174	157	141	127
	0,25	245	221	199	179	162	146	131	118
	0,30	231	208	187	169	152	137	124	111
	0,40	210	189	170	154	138	125	112	101
	0,50	195	176	158	143	129	116	104	94
	0,60	183	165	149	134	121	109	98	89
	0,70	174	157	142	128	115	104	93	84
	0,80	167	150	136	122	110	99	89	81
	0,90	160	145	130	117	106	95	86	78
	1,00	155	140	126	113	102	92	83	75
	1,20	146	132	119	107	96	87	78	70
	1,40	139	125	113	102	92	82	74	67
	1,60	133	120	108	97	88	79	71	64
	1,80	128	115	104	93	84	76	68	62
	2,00	123	111	100	90	81	73	66	60

Tabelul 5.50 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Material: aliaj de aluminiu $HB = 75$									
Carbură metalică P 20 cu durabilitate $T = 90$ min	0,05	908	802	708	625	551	487	430	379
	0,10	791	698	616	544	480	424	374	330
	0,15	729	643	568	501	443	391	345	304
	0,20	688	607	536	473	418	369	326	287
	0,25	658	581	513	453	400	353	311	275
	0,30	635	560	494	436	385	340	300	265
	0,40	599	529	467	412	364	321	283	250
	0,50	529	467	413	364	321	284	250	221
	0,60	497	438	387	342	302	266	235	207
	0,70	471	415	367	324	286	252	223	197
	0,80	449	396	350	309	273	241	212	188
	0,90	431	380	336	296	262	231	204	180
	1,00	415	367	324	286	252	223	196	173
	1,20	390	344	304	268	237	209	184	163
	1,40	369	326	288	254	224	198	175	154
	1,60	352	311	275	242	214	189	167	147
	1,80	338	298	263	233	205	181	160	141
	2,00	326	288	254	224	198	175	154	136
Oțel rapid Rp 3 cu durabilitate $T = 60$ min	0,05	563	491	427	372	324	282	245	214
	0,10	474	412	359	313	272	237	206	180
	0,15	428	373	324	282	246	214	186	162
	0,20	398	347	302	263	229	199	173	151
	0,25	377	328	286	249	216	188	164	143
	0,30	344	300	261	227	198	172	150	131
	0,40	298	260	226	197	171	149	130	113
	0,50	267	232	202	176	153	133	116	101
	0,60	244	212	185	161	140	122	106	92
	0,70	225	196	171	149	130	113	98	85
	0,80	211	184	160	139	121	105	92	80
	0,90	199	173	151	131	114	99	87	75
	1,00	189	164	143	124	108	94	82	71
	1,20	172	150	131	114	99	86	75	65
	1,40	159	139	121	105	92	80	69	60
	1,60	149	130	113	98	86	75	65	57
	1,80	141	122	107	93	81	70	61	53
	2,00	133	116	101	88	77	67	58	51

Tabelul 5.53. **Valorile coeficientului K_{v13}**

Calitate tăiș								
Carbură metalică	Simbol plăcuță	P_{01}	P_{10}	P_{20}	P_{30}	P_{40}	P_{50}
	K_{v13}	1,69	1,32	1,00	0,76	0,58	0,44
	Simbol plăcuță	K_{01}	K_{10}	K_{20}	K_{30}	K_{40}	—
	K_{v13}	1,19	1,10	1,00	0,90	0,80	—
Oțel rapid	Marcă oțel rapid	Rp_1	Rp_2	Rp_3	Rp_4	Pp_5	—
	K_{v13}	1,22	1,11	1,00	0,89	0,78	—

Tabelul 5.51 **Coeficienți pentru corectarea vitezei v_1**

Material: oțel

Duritate *HB*			120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375
Unghi de degajare, $\gamma°$			13	11	10	9	8	6	5	4	3	1	−1	−2	−4	−5	−6	−7	−9	−10
Grupa de oțeluri conform tabel 5.7	1	σ_r, daN/mm²	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	93	98	103	108	113	118	123	127
	2		41	46	52	57	62	67	73	68	83	89	94	99	104	110	115	120	126	131
	3		20	25	30	35	41	46	53	59	66	73	81	88	96	105	113	122	131	141

Tăiș	Material		K_{v11}																	
CM	Grupa de oțeluri conform tabel 5.7	1	1,93	1,63	1,41	1,23	1,09	0,97	0,87	0,79	0,72	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39
		2	2,10	1,75	1,49	1,29	1,13	1,00	0,89	0,80	0,73	0,66	0,61	0,56	0,52	0,48	0,45	0,42	0,39	0,37
		3	—	—	—	—	2,15	1,75	1,45	1,22	1,03	0,88	0,76	0,67	0,58	0,52	0,46	0,41	0,37	0,33
OR	Subgrupa de oțeluri conform tabel 5,7	1.1	—	—	—	1,95	1,69	1,48	1,31	1,17	1,05	0,95	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,58	0,54	0,50
		1.2	—	—	1,89	1,62	1,40	1,23	1,09	0,97	0,87	0,79	0,72	0,66	0,60	0,56	0,52	0,48	0,45	0,42
		2.1	—	2,15	1,83	1,59	1,39	1,23	1,10	0,99	0,90	0,82	0,75	0,69	0,64	0,59	0,55	0,52	0,48	0,45
		2.2	—	2,08	1,72	1,45	1,25	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34
		2.3	—	1,96	1,63	1,37	1,18	1,02	0,89	0,79	0,71	0,63	0,57	0,52	0,47	0,43	0,40	0,37	0,34	0,32
		2.4	1,93	1,65	1,43	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,75	0,70	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,46	0,44	0,41
		2.5	1,80	1,51	1,28	1,11	0,97	0,86	0,77	0,69	0,63	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32
		3.1	—	—	—	—	2,10	1,72	1,42	1,19	1,01	0,87	0,75	0,65	0,57	0,51	0,45	0,40	0,36	0,32

Material: fontă

Duritate *HB*			120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375
Unghi de degajare $\gamma°$			13	11	10	9	8	6	5	4	3	1	−1	−2	−4	−5	−6	−7	−9	−10
Fontă cenușie		k_{v11}	1,71	1,54	1,41	1,30	1,21	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65
Fontă maleabilă			1,89	1,71	1,57	1,44	1,34	1,25	1,18	1,11	1,05	1,00	0,95	0,91	—	—	—	—	—	—
Fontă cu grafit nodular			—	1,85	1,69	1,56	1,45	1,36	1,27	1,20	1,14	1,08	1,03	0,98	0,94	—	—	—	—	—

Material: aliaj de cupru

Duritate *HB*			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240
Unghi de degajare $\gamma°$			22	20	19	18	17	15	14	13	11	10	9	8	6	5	4	3
Eterogene	fără Pb	k_{v11}	—	—	—	—	1,17	1,00	0,88	0,78	0,71	0,65	0,60	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43
	cu Pb		—	—	2,70	2,12	1,75	1,50	1,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Omogene	fără Pb		—	—	3,06	2,40	1,98	1,70	1,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	cu Pb<10%		—	—	5,05	3,95	3,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	cu Pb>15%		21,6	12,0	8,47	6,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cupru			—	10,2	7,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Material: aliaj de aluminiu

Duritate *HB*			45	60	75	90	105	120	135
Unghi de degajare $\gamma°$			19	18	17	15	14	13	11
Duraluminiu		k_{v11}	1,50	1,20	1,00	0,86	0,76	0,69	0,62
Alte aliaje de Al			1,20	0,96	0,80	0,69	0,61	—	—

Tabelul 5.52. **Coeficienţi pentru corectarea vitezei v_1**

Starea suprafeţei	Fără crustă	Cu crustă		
		Fără incluziuni	Cu incluziuni	
			Oţel şi aliaj de Al	Fontă şi aliaj de Cu
K_{v12}	1,00	0,80	0,60	0,50

Tabelul 5.53. **Valorile coeficientului K_{v18}**

Calitate tăiş		Cu lichid de aşchiere	Fără lichid de aşchiere
ÇM	K_{v18}	1,30	1,00
OR		1,00	0,80

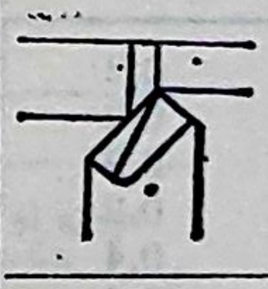
Tabelul 5.54. **Valorile coeficientului K_{v14}**

Unghi de atac principal $\varkappa$			30°	45°	60°	75°	90°
Calitate tăiş	*CM*	K_{v14}	1,17	1,00	0,92	0,87	0,86
	OR		1,34	1,00	0,84	0,77	0,74

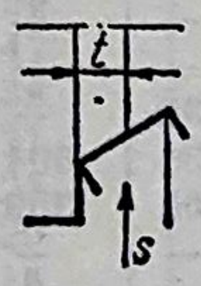
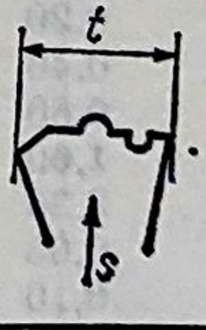
Tabelul 5.55. **Valorile coeficientului K_{v15}**

Raza la vîrf r, mm	0,1	0,5	1	1,5	2	2,5	3
K_{v15}	0,76	0,88	0,94	0,97	1,00	1,02	1,04

Tabelul 5.56 **Valorile coeficientului K_{v16}**

Forma feţei de degajare (tabel 5.2)	*P*	*N*	*U, R, C*		
Înclinarea pragului sau canalului pentru sfărîmarea aşchiilor (tabelul 5.3)	—	—			
K_{v16}	0,80	0,90	1,00		1,10

Tabelul 5.57. **Valorile coeficientului K_{v17}**

Profilul tăişului						
K_{v17}	1,00	0,95	0,90	0,86	0,80	0,75

b. **Puterea mașinii.** Din relația (5.9), considerînd randamentul întregului lanț cinematic $\eta = 0{,}667$ rezultă viteza v_2 maxim admisă de puterea motorului principal N:

$$v_2 = \frac{400\,\eta \cdot N}{P_z} \quad [\text{m/min}]. \tag{5.90}$$

Utilizînd relația (5.6) se obține;

$$v_2 = 21{,}47\, K_{v21} \cdot K_{v22} \cdot K_{v23} \cdot \frac{N}{t \cdot s^{0{,}75}} \quad [\text{m/min}], \tag{5.91}$$

în care $K_{v21} = \dfrac{186{,}3}{C_z (HB)^{e_2}}$ are valorile date în tabelul 5.60, (5.92)

$K_{v22} = \left(\dfrac{\sin \varkappa}{\sin 45^\circ}\right)^{0{,}25}$ are valorile date în tabelul 5.61 și (5.93)

$K_{v23} = \dfrac{1{,}06}{\gamma^{0{,}08}}$ are valorile date în tabelul 5.62. (5.94)

În tabelul 5.59 sînt date vitezele v_2 maxim admise de puterea motorului principal pentru $K_{v21} = K_{v22} = K_{v23} = 1$.

Pentru alte condiții se aplică coeficienții din tabelele 5.60; 5.61; 5.62, iar pentru alte randamente se va corecta v_2 cu valoarea raportului $\dfrac{\eta}{0{,}667}$.

Tabelul 5.59. **Viteza v_2 maxim admisă de puterea motorului principal**

Adîncimea de așchiere t, mm	Avansul s mm/rot	Puterea N, kW								
		3	5	7,5	11	16	23	32	45	60
		Viteza v_2, m/min								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,2	0,40	640	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	0,80	381	635	—	—	—	—	—	—	—
0,2	1,60	226	377	566	830	—	—	—	—	—
0,2	3,20	135	224	337	494	718	—	—	—	—
0,4	0,20	538	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4	0,40	320	534	800	—	—	—	—	—	—
0,4	0,80	190	317	476	698	—	—	—	—	—
0,4	1,60	113	189	283	415	604	—	—	—	—
0,4	3,20	67	112	168	247	359	516	718	—	—
0,8	0,05	761	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	0,10	453	755	—	—	—	—	—	—	—
0,8	0,20	269	449	673	—	—	—	—	—	—
0,8	0,40	160	267	400	587	—	—	—	—	—
0,8	0,80	95	159	238	349	508	730	—	—	—
0,8	1,60	57	94	141	208	302	434	604	849	—
0,8	3,20	34	56	84	123	179	258	359	505	673
1,6	0,05	381	635	—	—	—	—	—	—	—
1,6	0,10	226	377	566	830	—	—	—	—	—
1,6	0,20	135	224	337	494	718	—	—	—	—
1,6	0,40	80	133	200	293	427	614	—	—	—

Tabelul 5.59 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,6	0,80	48	79	119	174	254	365	508	714	—
1,6	1,60	28	47	71	104	151	217	302	424	566
1,6	3,20	17	28	42	62	90	129	179	252	337
3,2	0,05	190	317	476	698	—	—	—	—	—
3,2	0,10	113	189	283	415	604	—	—	—	—
3,2	0,20	67	112	168	247	359	516	718	—	—
3,2	0,40	40	67	100	147	213	307	427	600	800
3,2	0,80	24	40	59	87	127	182	254	357	476
3,2	1,60	14	24	35	52	75	108	151	212	283
3,2	3,20	8	14	21	31	45	64	90	126	168
6,4	0,05	95	159	238	349	508	730	—	—	—
6,4	0,10	57	94	141	208	302	434	604	849	—
6,4	0,20	34	56	84	123	179	258	359	505	673
6,4	0,40	20	33	50	73	107	153	213	300	400
6,4	0,80	12	20	30	44	63	91	127	178	238
6,4	1,60	7	12	18	26	38	54	75	106	141
6,4	3,20	4	7	11	15	22	32	45	63	84
12,8	0,05	48	79	119	174	254	365	508	714	—
12,8	0,10	28	47	71	104	151	217	302	424	566
12,8	0,20	17	28	42	62	90	129	179	252	337
12,8	0,40	10	17	25	37	53	77	107	150	200
12,8	0,80	6	10	15	22	32	46	63	89	119
12,8	1,60	—	6	9	13	19	27	38	53	71
12,8	3,20	—	—	5	8	11	16	22	32	42
25,6	0,05	24	40	59	87	127	182	254	357	476
25,6	0,10	14	24	35	52	75	108	151	212	283
25,6	0,20	8	14	21	31	45	64	90	126	168
25,6	0,40	5	8	13	18	27	38	53	75	100
25,6	0,80	—	5	7	11	16	23	32	45	59
25,6	1,60	—	—	4	6	9	14	19	27	35
25,6	3,20	—	—	—	—	6	8	11	16	21

Notă. Pentru alte randamente η se va corecta v_2 cu valoarea raportului $\frac{\eta}{0,667}$.

Tabelul 5.60. **Coeficienți pentru corectarea vitezei v_2**

Duritate *HB*	Material		Duritate *HB*	Material	
	Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu		Oțel și aliaje de Al	Fontă și aliaje de Cu
	K_{v21}			K_{v21}	
15	2,59	7,24	210	0,95	1,91
30	2,03	5,12	225	0,90	1,84
45	1,76	4,18	240	0,86	1,78
60	1,59	3,62	255	0,82	1,72
75	1,47	3,24	270	0,78	1,67
90	1,38	2,96	285	0,75	1,62
105	1,31	2,74	300	0,72	1,57
120	1,25	2,56	315	0,70	1,53
135	1,20	2,41	330	0,67	1,49
150	1,16	2,29	345	0,65	1,46
165	1,12	2,18	360	0,63	1,42
180	1,06	2,08	375	0,61	1,39
195	1,00	1,99	—	—	—

Tabelul 5.61. **Valorile coeficientului K_{v22}**

Unghi de atac principal x	30°	45°	60°	75°	90°
K_{v22}	0,92	1,00	1,05	1,08	1,09

Tabelul 5.62. **Valorile coeficientului K_{v23}**

Raza la vîrf a cuțitului r, mm	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
K_{v23}	1,27	1,21	1,12	1,06	1,03	1,00	0,99	0,97

c. **Viteza de așchiere recomandată și turația.** Cea mai mică dintre cele două viteze maxim admise este viteza recomandată:

$$v_r = \min\ (v_1\,;\, v_2)\ \ [\text{m/min}]. \tag{5.95}$$

Turația corespunzătoare acestei viteze se determină cu relația:

$$n_r = \frac{1000\, v_r}{\pi D} \approx \frac{318\, v_r}{D}\ \ [\text{rot/min}]. \tag{5.96}$$

În cazul strunjirii unor piese asimetrice, forța centrifugă poate provoca suprasolicitarea lagărelor axului principal sau chiar desprinderea. În aceste cazuri se echilibrează ansamblul piesă-dispozitiv de prindere; în orice caz turația aleasă nu trebuie să depășească turația limită indicată în cartea tehnică a mașinii sau în nota de exploatare a dispozitivului de prindere folosit. În tabelul 5.63 este dată forța centrifugă F_c, determinată cu relația:

$$F_c \approx 1{,}1 \cdot 10^{-6} m \cdot \delta \cdot n^2\ \ [\text{daN}] \tag{5.97}$$

în care:
m este masa piesei kg;
δ — distanța între centrul de greutate al piesei și axa de rotație mm;
n — turația piesei rot/min.

Din gama de turații a strungului utilizat, eventual restrînsă din considerentele de mai sus, se alege valoarea imediat inferioară valorii n_r. Se obține astfel turația efectivă n. Cu ajutorul relației (5.1) se calculează viteza de așchiere efectivă v, corespunzătoare turației efective. Se recomandă evitarea vitezelor cuprinse între 18 și 35 m/min, mai ales pentru ultima trecere, fie prin alegerea unui alt cuțit, fie prin modificarea avansului și/sau adîncimii de așchiere.

În tabelul 5.64 sînt date turațiile corespunzătoare condițiilor uzuale, obținute în anumite ipoteze asupra relației între dimensiunile suprafeței prelucrate și strungul utilizat.

Tabelul 5.63. Forța centrifugă

Tabelul 5.63. **Forţa centrifugă**

Turaţia n, rot/min										Masa piesei m, kg										
5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	25	30	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800	25000
Distanţa centru de greutate-axă de rotaţie δ, mm										Forţa centrifugă F_c, daN										
400	100															17	35	70	140	280
800	200														17	35	70	140	280	563
1600	400	100												17	35	70	140	280	563	1125
3200	800	200											17	35	70	140	280	563	1125	2250
	1600	400	100									17	35	70	140	280	563	1125	2250	4505
	3200	800	200								17	35	70	140	280	563	1125	2250	4504	9010
		1600	400	100						17	35	70	140	280	563	1125	2250	4504	9010	18020
		3200	800	200						35	70	140	280	563	1125	2250	4505	9010	1820	36040
			1600	400	100					70	140	280	563	1125	2250	4505	9010	1820	36040	72090
			3200	800	200					140	280	563	1125	2250	4505	9010	18020	36040	72090	144200
				1600	400	100				280	563	1125	2250	4505	9010	18020	36040	72090	144200	288400
				3200	800	200				563	1125	2250	4505	9010	18020	36040	72090	144200	288400	576700
					1600	400	100			1125	2250	4505	9010	18020	36040	72090	144200	288400	576700	
					3200	800	200			2250	4505	9010	18020	36040	72090	144200	288400	576700		
						1600	400	100		4505	9010	18020	36040	72090	144200	288400	576700			
						3200	800	200		9010	18020	36040	72090	144200	288400	576700				
							1600	400	100	18020	36040	72090	144200	288400	576700					
							3200	800	200	36040	72090	144200	288400	576700						
								1600	400	72090	144200	288400	576700							

Tabelul 5.64. Turațiile recomandate n_r

Material: oțel $HB = 196$; tăiș: *CM*

Diametrul exterior mm	Puterea motor prin. kW	Avans s mm/rot	Adîncimea de așchiere t, mm							
			0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
			Turația n_r, rot/min							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2477(1)	2232(1)	1215(2)	608(2)	304(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2392(1)	2156(1)	1445(2)	723(2)	361(2)	181(2)
25	3,0	0,20	2500(3)	2311(1)	2083(1)	1719(2)	859(2)	430)2)	215(2)	107(2)
25	3,0	0,40	2142(1)	1930(1)	1740(1)	1022(2)	511(2)	255(2)	128(2)	64(2)
25	3,0	0,80	1080(1)	1514(1)	1251(2)	608(2)	304(2)	152(2)	76(2)	38(2)
25	3,0	1,60	1318(1)	1188(1)	723(2)	361(2)	181(2)	90(2)	45(2)	—
25	3,0	3,20	1034(1)	850(2)	430(2)	215(2)	107(2)	54(2)	—	—
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2477(1)	2232(1)	2012(1)	1013(2)	506(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2392(1)	2156(1)	1943(1)	1204(2)	602(2)	301(2)
25	5,0	0,20	2500(3)	2311(1)	2083(1)	1877(1)	1432(2)	716(2)	358(2)	179(2)
25	5,0	0,40	2142(1)	1930(1)	1740(1)	1568(1)	852(2)	426(2)	213(2)	106(2)
25	5,0	0,80	1680(1)	1514(1)	1365(1)	1013(2)	506(2)	253(2)	127(2)	63(2)
25	5,0	1,60	1318(1)	1188(1)	1071(1)	602(2)	301(2)	151(2)	75(2)	38(2)
25	5,0	3,20	1034(1)	932(1)	716(2)	358(2)	179(2)	90(2)	45(2)	—
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2477(1)	2232(1)	2012(1)	1519(2)	760(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2392(1)	2156(1)	1943(1)	1751(1)	903(2)	452(2)
25	7,5	0,20	2500(3)	2311(1)	2083(1)	1877(1)	1692(1)	1074(2)	537(2)	269(2)
25	7,5	0,40	2142(1)	1930(1)	1740(1)	1568(1)	1277(2)	639(2)	319(2)	160(2)
25	7,5	0,80	1680(1)	1514(1)	1365(1)	1230(1)	760(2)	380(2)	190(2)	95(2)
25	7,5	1,60	1318(1)	1188(1)	1071(1)	903(2)	452(2)	226(2)	113(2)	56(2)
25	7,5	3,20	1034(1)	932(1)	840(1)	537(2)	269(2)	134(2)	67(2)	34(2)
50	3,0	0,05	1692(1)	1525(1)	1374(1)	1238(1)	1116(1)	608(2)	304(2)	152(2)
50	3,0	0,10	1473(1)	1327(1)	1196(1)	1078(1)	723(2)	361(2)	181(2)	90(2)
50	3,0	0,20	1282(1)	1155(1)	1041(1)	859(2)	430(2)	215(2)	107(2)	54(2)
50	3,0	0,40	1071(1)	965(1)	870(1)	511(2)	255(2)	128(2)	64(2)	32(2)
50	3,0	0,80	840(1)	757(1)	608(2)	304(2)	152(2)	76(2)	38(2)	—
50	3,0	1,60	659(1)	594(1)	361(2)	181(2)	90(2)	45(2)	—	—
50	3,0	3,20	517(1)	430(2)	215(2)	107(2)	54(2)	—	—	—
50	5,0	0,05	1692(1)	1525(1)	1374(1)	1238(1)	1116(1)	1006(1)	506(2)	253(2)
50	5,0	0,10	1473(1)	1327(1)	1196(1)	1078(1)	972(1)	602(2)	301(2)	151(2)
50	5,0	0,20	1282(1)	1155(1)	1041(1)	939(1)	716(2)	358(2)	179(2)	90(2)
50	5,0	0,40	1071(1)	965(1)	870(1)	784(1)	426(2)	213(2)	106(2)	53(2)
50	5,0	0,80	840(1)	757(1)	682(1)	506(2)	253(2)	127(2)	63(2)	32(2)
50	5,0	1,60	659(1)	594(1)	535(1)	301(2)	151(2)	75(2)	28(2)	—
50	5,0	3,20	517(1)	466(1)	358(2)	719(2)	90(2)	45(2)	—	—
50	7,5	0,05	1692(1)	1525(1)	1374(1)	1238(1)	1116(1)	1006(1)	760(2)	380(2)
50	7,5	0,10	1473(1)	1327(1)	1196(1)	1078(1)	972(1)	876(1)	452(2)	226(2)
50	7,5	0,20	1282(1)	1155(1)	1041(1)	939(1)	846(1)	537(2)	269(2)	134(2)
50	7,5	0,40	1071(1)	965(1)	870(1)	784(1)	639(2)	319(2)	160(2)	80(2)
50	7,5	0,80	840(1)	757(1)	682(1)	615(1)	380(2)	190(2)	95(2)	47(2)
50	7,5	1,60	659(1)	594(1)	535(1)	452(2)	226(2)	113(2)	56(2)	—
50	7,5	3,20	517(1)	466(1)	420(1)	269(2)	134(2)	67(2)	34(2)	—
100	3,0	0,05	846(1)	762(1)	687(1)	619(1)	558(1)	304(2)	152(2)	76(2)
100	3,0	0,10	736(1)	664(1)	598(1)	539(1)	361(2)	181(2)	90(2)	45(2)
100	3,0	0,20	641(1)	578(1)	521(1)	430(2)	215(2)	107(2)	54(2)	—
100	3,0	0,40	535(1)	483(1)	435(1)	255(2)	128(2)	64(2)	32(2)	—
100	3,0	0,80	420(1)	379(1)	304(2)	15(2)	76(2)	38(2)	—	—

Notă. (1) limitată de durabilitatea tăișului; (2) limitată de puterea motorului principal; (3) limitată de turația maximă a grupei de mașini.

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100	3,0	1,60	330(1)	297(1)	181(2)	90(2)	45(2)	—	—	—
100	3,0	3,20	259(1)	215(2)	107(2)	54(2)	—	—	—	—
100	5,0	0,05	846(1)	762(1)	687(1)	619(1)	558(1)	503(1)	253(2)	127(2)
100	5,0	0,10	736(1)	664(1)	598(1)	539(1)	486(1)	301(2)	151(2)	75)2)
100	5,0	0,20	641(1)	578(1)	521(1)	469(1)	358(1)	179(2)	90(2)	45(2)
100	5,0	0,40	535(1)	483(1)	435(1)	392(1)	213(2)	106(2)	53(2)	—
100	5,0	0,80	420(1)	379(1)	341(1)	253(2)	127(2)	63(2)	32(2)	—
100	5,0	1,60	330(1)	297(1)	268(1)	151(2)	75(2)	38(2)	—	—
100	5,0	3,20	259(1)	233(1)	179(2)	90(2)	45(2)	—	—	—
100	7,5	0,05	846(1)	762(1)	687(1)	619(1)	558(1)	503(1)	380(2)	190(2)
100	7,5	0,10	736(1)	664(1)	598(1)	539(1)	486(1)	438(1)	226(2)	113(2)
100	7,5	0,20	641(1)	578(1)	521(1)	469(1)	423(1)	269(2)	134(2)	67(2)
100	7,5	0,40	535(1)	483(1)	435(1)	392(1)	319(2)	160(2)	80(2)	40(2)
100	7,5	0,80	420(1)	379(1)	341(1)	308(1)	190(2)	95(2)	47(2)	—
100	7,5	1,60	330(1)	297(1)	268(1)	226(2)	113(2)	56(2)	—	—
100	7,5	3,20	259(1)	233(1)	210(1)	134(2)	67(2)	34(2)	—	—
200	3,0	0,05	423(1)	381(1)	344(1)	310(1)	279(1)	152(2)	76(2)	38(2)
200	3,0	0,10	368(1)	332(1)	229(1)	270(1)	181(2)	90(2)	45(2)	—
200	3,0	0,20	321(1)	289(1)	260(1)	215(2)	107(2)	54(2)	—	—
200	3,0	0,40	268(1)	241(1)	217(1)	128(2)	64(2)	32(2)	—	—
200	3,0	0,80	210(1)	189(1)	152(2)	76(2)	38(2)	—	—	—
200	3,0	1,60	165(1)	149(1)	90(2)	45(2)	—	—	—	—
200	3,0	3,20	129(1)	107(2)	54(2)	—	—	—	—	—
200	5,0	0,05	423(1)	381(1)	344(1)	310(1)	279(1)	251(1)	127(2)	63(2)
200	5,0	0,10	368(1)	332(1)	299(1)	270(1)	243(1)	151(2)	75(2)	38(2)
200	5,0	0,20	321(1)	289(1)	260(1)	235(1)	179(2)	90(2)	45(2)	—
200	5,0	0,40	268(1)	241(1)	217(1)	196(1)	106(2)	53(2)	—	—
200	5,0	0,80	210(1)	189(1)	171(1)	127(2)	63(2)	32(2)	—	—
200	5,0	1,60	165(1)	149(1)	134(1)	75(2)	38(2)	—	—	—
200	5,0	3,20	129(1)	117(1)	90(2)	45(2)	—	—	—	—
200	7,5	0,05	423(1)	381(1)	344(1)	310(1)	279(1)	251(1)	190(2)	95(2)
200	7,5	0,10	368(1)	332(1)	299(1)	270(1)	243(1)	219(1)	113(2)	56(2)
200	7,5	0,20	321(1)	289(1)	260(1)	235(1)	211(1)	134(2)	67(2)	34(2)
200	7,5	0,40	268(1)	241(1)	217(1)	196(1)	160(2)	80(2)	40(2)	—
200	7,5	0,80	210(1)	189(1)	171(1)	154(1)	95(2)	47(2)	—	—
200	7,5	1,60	165(1)	149(1)	134(1)	113(2)	56(2)	—	—	—
200	7,5	3,20	129(1)	117(1)	105(1)	67(2)	34(2)	—	—	—
400	7,5	0,05	211(1)	191(1)	172(1)	155(1)	140(1)	126(1)	95(2)	47(2)
400	7,5	0,10	184(1)	166(1)	150(1)	135(1)	121(1)	109(1)	56(2)	—
400	7,5	0,20	160(1)	144(1)	130(1)	117(1)	106(1)	67(2)	34(2)	—
400	7,5	0,40	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	80(2)	40(2)	—	—
400	7,5	0,80	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	47(2)	—	—	—
400	7,5	1,60	82(1)	74(1)	67(1)	56(2)	—	—	—	—
400	7,5	3,20	65(1)	58(1)	53(1)	34(2)	—	—	—	—
400	11,0	0,05	211(1)	191(1)	172(1)	155(1)	140(1)	126(1)	113(1)	70(2)
400	11,0	0,10	184(1)	166(1)	150(1)	135(1)	121(1)	109(1)	83(2)	41(2)
400	11,0	0,20	160(1)	144(1)	130(1)	117(1)	106(1)	95(1)	49(2)	—
400	11,0	0,40	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	88(1)	59(2)	—	—
400	11,0	0,80	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	69(1)	35(2)	—	—
400	11,0	1,60	82(1)	74(1)	67(1)	60(1)	41(2)	—	—	—
400	11,0	3,20	65(1)	58(1)	53(1)	47(1)	—	—	—	—
400	16,0	0,05	211(1)	191(1)	172(1)	155(1)	140(1)	126(1)	113(1)	101(2)
400	16,0	0,10	184(1)	166(1)	150(1)	135(1)	121(1)	109(1)	99(1)	60(2)
400	16,0	0,20	160(1)	144(1)	130(1)	117(1)	106(1)	95(1)	72(2)	36(2)
400	16,0	0,40	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	88(1)	80(1)	43(2)	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	16,0	0,80	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	69(1)	51(2)	—	—
400	16,0	1,60	82(1)	74(1)	67(1)	60(1)	54(1)	30(2)	—	—
400	16,0	3,20	65(1)	58(1)	53(1)	47(1)	36(2)	—	—	—
800	16,0	0,05	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(2)
800	16,0	0,10	92(1)	83(1)	75(1)	67(1)	61(1)	55(1)	49(1)	30(2)
800	16,0	0,20	80(1)	72(1)	65(1)	59(1)	53(1)	48(1)	36(2(	18(2)
800	16,0	0,40	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	21(2)	—
800	16,0	0,80	53(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	25(2)	13(2)	—
800	16,0	1,60	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	15(2)	—	—
800	16,0	3,20	32(1)	29(1)	26(1)	24(1)	18(2)	—	—	—
800	23,0	0,05	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)
800	23,0	0,10	92(1)	83(1)	75(1)	67(1)	61(1)	55(1)	49(1)	43(2)
800	23,0	0,20	80(1)	72(1)	65(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	26(2)
800	23,0	0,40	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	31(2)	15(2)
800	23,0	0,80	53(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	31(1)	18(2)	—
800	23,0	1,60	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	22(2)	—	—
800	23,0	3,30	32(1)	29(1)	26(1)	24(1)	21(1)	13(2)	—	—
800	32,0	0,05	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)
800	32,0	0,10	92(1)	83(1)	75(1)	67(1)	61(1)	55(1)	49(1)	44(1)
800	32,0	0,20	80(1)	72(1)	65(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	36(2)
800	32,0	0,40	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	36(1)	21(2)
800	32,0	0,80	53(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	31(1)	25(2)	13(2)
800	32,0	1,60	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	15(2)	—
800	32,0	3,20	32(1)	29(1)	26(1)	24(1)	21(1)	18(2)	—	—
1600	32,0	0,05	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	28(1)	26(1)
1600	32,0	0,10	46(1)	41(1)	37(1)	34(1)	30(1)	27(1)	25(1)	22(1)
1600	32,0	0,20	40(1)	36(1)	33(1)	29(1)	26(1)	24(1)	21(1)	18(2)
1600	32,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	11(2)
1600	32,0	0,80	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	13(2)	6(2)
1600	32,0	1,60	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	8(2)	4(2)
1600	32,0	3,20	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	9(2)	4(2)	—
1600	45,0	0,05	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	28(1)	26(1)
1600	45,0	0,10	46(1)	41(1)	37(1)	34(1)	30(1)	27(1)	25(1)	22(1)
1600	45,0	0,20	40(1)	36(1)	33(1)	29(1)	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)
1600	45,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	15(2)
1600	45,0	0,80	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	9(2)
1600	45,0	1,60	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(2)	5(2)
1600	45,0	3,20	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	6(2)	3(2)
1600	60,0	0,05	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	28(1)	26(1)
1600	60,0	0,10	46(1)	41(1)	37(1)	34(1)	30(1)	27(1)	25(1)	22(1)
1600	60,0	0,20	40(1)	36(1)	33(1)	29(1)	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)
1600	60,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	60,0	0,80	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	12(2)
1600	60,0	1,60	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	7(2)
1600	60,0	3,20	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	8(2)	4(2)
3200	32,0	0,05	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	32,0	0,10	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)
3200	32,0	0,20	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	9(2)
3200	32,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	5(2)
3200	32,0	0,80	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	6(2)	3(2)
3200	32,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(1)	4(2)	—
3200	32,0	3,20	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(2)	—	—
3200	45,0	0,05	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	45,0	0,10	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)
3200	45,0	0,20	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3200	45,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	7(2)
3200	45,0	0,80	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	4(2)
3200	45,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(2)	—
3200	45,0	3,20	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	3(2)	—
3200	60,0	0,05	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	60,0	0,10	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)
3200	60,0	0,20	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	60,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	60,0	0,80	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(2)
3200	60,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	4(2)
3200	60,0	3,20	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(2)	—
Material: oțel $HB = 195$; tăiș: OR										
25	3,0	0,05	2500(3)	2451(1)	2061(1)	1733(1)	1458(1)	1215(2)	608(2)	304(2)
25	3,0	0,10	2319(1)	1950(1)	1640(1)	1379(1)	1160(1)	723(2)	361(2)	181(2)
25	3,0	0,20	1845(1)	1551(1)	1305(1)	1097(1)	859(2)	430(2)	215(2)	107(2)
25	3,0	0,40	1254(1)	1055(1)	887(1)	746(1)	511(2)	255(2)	128(2)	64(2)
25	3,0	0,80	794(1)	668(1)	561(1)	472(1)	304(2)	152(2)	76(2)	38(2)
25	3,0	1,60	502(1)	422(1)	355(1)	299(1)	181(2)	90(2)	45(2)	—
25	3,0	3,20	318(1)	267(1)	225(1)	189(1)	107(2)	54(2)	—	—
25	5,0	0,05	2500(3)	2451(1)	2061(1)	1733(1)	1458(1)	1226(1)	1013(2)	506(2)
25	5,0	0,10	2319(1)	1950(1)	1640(1)	1379(1)	1160(1)	975(1)	602(2)	301(2)
25	5,0	0,20	1845(1)	1551(1)	1305(1)	1097(1)	922(1)	716(2)	358(2)	179(2)
25	5,0	0,40	1254(1)	1055(1)	887(1)	746(1)	627(1)	426(2)	213(2)	106(2)
25	5,0	0,80	794(1)	668(1)	561(1)	472(1)	397(1)	253(2)	127(2)	63(2)
25	5,0	1,60	502(1)	422(1)	355(1)	299(1)	251(1)	151(2)	75(2)	38(2)
25	5,0	3,20	318(1)	267(1)	255(1)	189(1)	159(1)	90(2)	45(2)	—
25	7,5	0,05	2500(3)	2451(1)	2061(1)	1733(1)	1458(1)	1226(1)	1031(1)	760(2)
25	7,5	0,10	2319(1)	1950(1)	1640(1)	1379(1)	1160(1)	975(1)	820(1)	452(2)
25	7,5	0,20	1845(1)	1551(1)	1305(1)	1097(1)	922(1)	776(1)	537(2)	269(2)
25	7,5	0,40	1254(1)	1055(1)	887(1)	746(1)	627(1)	527(1)	319(2)	160(2)
25	7,5	0,80	794(1)	668(1)	561(1)	472(1)	397(1)	334(1)	190(2)	95(2)
25	7,5	1,60	502(1)	422(1)	355(1)	299(1)	251(1)	211(1)	113(2)	56(2)
25	7,5	3,20	318(1)	267(1)	225(1)	189(1)	159(1)	134(1)	67(2)	34(2)
50	3,0	0,05	1458(1)	1226(1)	1031(1)	867(1)	729(1)	608(2)	304(2)	152(2)
50	3,0	0,10	1160(1)	975(1)	820(1)	689(1)	580(1)	361(2)	181(2)	90(2)
50	3,0	0,20	922(1)	776(1)	652(1)	549(1)	430(2)	215(2)	107(2)	54(2)
50	3,0	0,40	627(1)	527(1)	443(1)	373(1)	255(2)	128(2)	64(2)	32(2)
50	3,0	0,80	397(1)	334(1)	281(1)	236(1)	152(2)	76(2)	38(2)	—
50	3,0	1,60	251(1)	211(1)	178(1)	149(1)	90(2)	45(2)	—	—
50	3,0	3,20	159(1)	134(1)	112(1)	95(1)	54(2)	—	—	—
50	5,0	0,05	1458(1)	1226(1)	1031(1)	867(1)	729(1)	613(1)	506(2)	253(2)
50	5,0	0,10	1160(1)	975(1)	820(1)	689(1)	580(1)	488(1)	301(2)	151(2)
50	5,0	0,20	922(1)	776(1)	652(1)	549(1)	461(1)	358(2)	179(2)	90(2)
50	5,0	0,40	627(1)	527(1)	443(1)	373(1)	314(1)	213(2)	106(2)	53(2)
50	5,0	0,80	397(1)	334(1)	281(1)	236(1)	198(1)	127(2)	63(2)	32(2)
50	5,0	1,60	251(1)	211(1)	178(1)	149(1)	126(1)	75(2)	38(2)	—
50	5,0	3,20	159(1)	134(1)	112(1)	95(1)	79(1)	45(2)	—	—
50	7,5	0,05	1458(1)	1226(1)	1031(1)	867(1)	729(1)	613(1)	515(1)	380(2)
50	7,5	0,10	1160(1)	975(1)	820(1)	689(1)	580(1)	488(1)	410(1)	226(2)
50	7,5	0,20	922(1)	776)1)	652(1)	549(1)	461(1)	388(1)	269(2)	134(2)
50	7,5	0,40	627(1)	527(1)	443(1)	373(1)	314(1)	264(1)	160(2)	80(2)
50	7,5	0,80	397(1)	334(1)	281(1)	236(1)	198(1)	167(1)	95(2)	47(2)
50	7,5	1,60	251(1)	211(1)	178(1)	149(1)	126(1)	106(1)	56(2)	—
50	7,5	3,20	159(1)	134(1)	112(1)	95(1)	79(1)	67(1)	34(2)	—

Tabelul 5.04 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100	3,0	0,05	729(1)	613(1)	515(1)	433(1)	364(1)	304(2)	152(2)	76(2)
100	3,0	0,10	580(1)	488(1)	410(1)	345(1)	290(1)	181(2)	90(2)	45(2)
100	3,0	0,20	461(1)	388(1)	326(1)	274(1)	215(2)	107(2)	54(2)	—
100	3,0	0,40	314(1)	264(1)	222(1)	186(1)	128(2)	64(2)	32(2)	—
100	3,0	0,80	198(1)	167(1)	140(1)	118(1)	76(2)	38(2)	—	—
100	3,0	1,60	126(1)	106(1)	89(1)	75(1)	45(2)	—	—	—
100	3,0	3,20	79(1)	67(1)	56(1)	47(1)	—	—	—	—
100	5,0	0,05	729(1)	613(1)	515(1)	433(1)	364(1)	306(1)	253(2)	127(2)
100	5,0	0,10	580(1)	488()1	410(1)	345(1)	290(1)	244(1)	151(2)	75(2)
100	5,0	0,20	461(1)	388(1)	326(1)	274(1)	231(1)	179(2)	90(2)	45(2)
100	5,0	0,40	314(2)	264(1)	222(1)	186(1)	157(1)	106(2)	53(2)	—
100	5,0	0,80	198(1)	167(1)	140(1)	119(1)	99(1)	63(2)	32(2)	—
100	5,0	1,60	126(1)	106(1)	89(1)	75(1)	63(1)	38(2)	—	—
100	5,0	3,20	79(1)	67(1)	56(1)	47(1)	40(1)	—	—	—
100	7,5	0,05	729(1)	613(1)	515(1)	433(1)	364(1)	306(1)	258(1)	190(2)
100	7,5	0,10	580(1)	488(1)	410(1)	345(1)	290(1)	244(1)	205(1)	113(2)
100	7,5	0,20	461(1)	388(1)	326(1)	274(1)	231(1)	194(1)	134(2)	67(2)
100	7,5	0,40	314(1)	264(1)	222(1)	186(1)	157(1)	132(1)	80(2)	40(2)
100	7,5	0,80	198(1)	167(1)	140(1)	118(1)	99(1)	83(1)	47(2)	—
100	7,5	1,60	126(1)	106(1)	89(1)	75(1)	63(1)	53(1)	—	—
100	7,5	3,20	79(1)	67(1)	56(1)	47(1)	40(1)	33(1)	—	—
200	3,0	0,05	364(1)	306(1)	258(1)	217(1)	182(1)	152(2)	76(2)	38(2)
200	3,0	0,10	290(1)	244(1)	205(1)	172(1)	145(1)	90(2)	45(2)	—
200	3,0	0,20	231(1)	194(1)	163(1)	137(1)	107(2)	54(2)	—	—
200	3,0	0,40	157(1)	132(1)	111(1)	93(1)	64(2)	32(2)	—	—
200	3,0	0,80	99(1)	83(1)	70(1)	59(1)	38(2)	—	—	—
200	3,0	1,60	63(1)	53(1)	44(1)	37(1)	—	—	—	—
200	3,0	3,20	40(1)	33(1)	—	—	—	—	—	—
200	5,0	0,05	364(1)	306(1)	258(1)	271(1)	182(1)	153(1)	127(2)	63(2)
200	5,0	0,10	290(1)	244(1)	205(1)	172(1)	145(1)	122(1)	75(2)	38(2)
200	5,0	0,20	231(1)	194(1)	163(1)	137(1)	115(1)	90(2)	45(2)	—
200	5,0	0,40	157(1)	132(1)	111(1)	93(1)	78(1)	53(2)	—	—
200	5,0	0,80	99(1)	83(1)	70(1)	59(1)	50(1)	32(2)	—	—
200	5,0	1,60	63(1)	53(1)	44(1)	37(1)	31(1)	—	—	—
200	5,0	3,20	40(1)	33(1)	—	—	—	—	—	—
200	7,5	0,05	364(1)	306(1)	258(1)	217(1)	182(1)	153(1)	129(1)	95(2)
200	7,5	0,10	290(1)	244(1)	205(1)	172(1)	145(1)	122(1)	102(1)	56(2)
200	7,5	0,20	231(1)	194(1)	163(1)	137(1)	115(1)	97(1)	67(2)	34(2)
200	7,5	0,40	157(1)	132(1)	111(1)	93(1)	78(1)	66(1)	40(2)	—
200	7,5	0,80	99(1)	83(1)	70(1)	59(1)	50(1)	42(1)	—	—
200	7,5	1,60	63(1)	53(1)	44(1)	37(1)	31(1)	—	—	—
200	7,5	3,20	40(1)	33(1)	—	—	—	—	—	—
400	7,5	0,05	182(1)	153(1)	129(1)	108(1)	91(1)	77(1)	64(1)	47(2)
400	7,5	0,10	145(1)	122(1)	102(1)	86(1)	72(1)	61(1)	51(1)	—
400	7,5	0,20	115(1)	97(1)	82(1)	69(1)	58(1)	48(1)	34(2)	—
400	7,5	0,40	78(1)	66(1)	55(1)	47(1)	39(1)	33(1)	—	—
400	7,5	0,80	50(1)	42(1)	35(1)	—	—	—	—	—
400	7,5	1,60	31(1)	—	—	—	—	—	—	—
400	7,5	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
400	11,0	0,05	182(1)	153(1)	129(1)	108(1)	91(1)	77(1)	64(1)	54(1)
400	11,0	0,10	145(1)	122(1)	102(1)	86(1)	72(1)	61(1)	51(1)	41(2)
400	11,0	0,20	115(1)	97(1)	82(1)	69(1)	58(1)	48(1)	41(1)	—
400	11,0	0,40	78(1)	66(1)	55(1)	47(1)	39(1)	33(1)	—	—
400	11,0	0,80	50(1)	42(1)	35(1)	—	—	—	—	—
400	11,0	1,60	31(1)	—	—	—	—	—	—	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	11,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
400	16,0	0,05	182(1)	153(1)	129(1)	108(1)	91(1)	77(1)	64(1)	54(1)
400	16,0	0,10	145(1)	122(1)	102(1)	86(1)	72(1)	61(1)	51(1)	43(1)
400	16,0	0,20	115(1)	97(1)	82(1)	69(1)	58(1)	48(1)	41(1)	34(1)
400	16,0	0,40	78(1)	66(1)	55(1)	47(1)	39(1)	33(1)	—	—
400	16,0	0,80	50(1)	42(1)	35(1)	—	—	—	—	—
400	16,0	1,60	31(1)	—	—	—	—	—	—	—
400	16,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
800	16,0	0,05	91(1)	77(1)	64(1)	54(1)	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)
800	16,0	0,10	72(1)	61(1)	51(1)	43(1)	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)
800	16,0	0,20	58(1)	48(1)	41(1)	34(1)	29(1)	24(1)	20(1)	17(1)
800	16,0	0,40	39(1)	33(1)	28(1)	23(1)	20(1)	16(1)	14(1)	—
800	16,0	0,80	25(1)	21(1)	18(1)	15(1)	12(1)	—	—	—
800	16,0	1,60	16(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
800	16,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
800	23,0	0,05	91(1)	77(1)	64(1)	54(1)	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)
800	23,0	0,10	72(1)	61(1)	51(1)	43(1)	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)
800	23,0	0,20	58(1)	48(1)	41(1)	34(1)	29(1)	24(1)	20(1)	17(1)
800	23,0	0,40	39(1)	33(1)	28(1)	23(1)	20(1)	16(1)	14(1)	—
800	23,0	0,80	25(1)	21(1)	18(1)	15(1)	12(1)	—	—	—
800	23,0	1,60	16(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
800	23,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
800	32,0	0,05	91(1)	77(1)	64(1)	54(1)	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)
800	32,0	0,10	72(1)	61(1)	51(1)	43(1)	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)
800	32,0	0,20	58(1)	48(1)	41(1)	34(1)	29(1)	24(1)	20(1)	17(1)
800	32,0	0,40	39(1)	33(1)	28(1)	23(1)	20(1)	16(1)	14(1)	—
800	32,0	0,80	25(1)	21(1)	18(1)	15(1)	12(1)	—	—	—
800	32,0	1,60	16(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
800	32,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	32,0	0,05	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)
1600	32,0	0,10	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)
1600	32,0	0,20	29(()	24(1)	20(1)	17(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)
1600	32,0	0,40	20(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)
1600	32,0	0,80	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)
1600	32,0	1,60	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—	—
1600	32,0	3,20	5(1)	4(1)	4(1)	—	—	—	—	—
1600	45,0	0,05	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)
1600	45,0	0,10	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)
1600	45,0	0,20	29(1)	24(1)	20(1)	17(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)
1600	45,0	0,40	20(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)
1600	45,0	0,80	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)
1600	45,0	1,60	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—	—
1600	45,0	3,20	5(1)	4(1)	4(1)	—	—	—	—	—
1600	60,0	0,05	46(1)	38(1)	32(1)	27(1)	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)
1600	60,0	0,10	36(1)	30(1)	26(1)	22(1)	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)
1600	60,0	0,20	29(1)	24(1)	20(1)	17(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)
1600	60,0	0,40	20(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)
1600	60,0	0,80	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)
1600	60,0	1,60	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—	—
1600	60,0	3,20	5(1)	4(1)	4(1)	—	—	—	—	—
3200	32,0	0,05	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)	11(1)	10(1)	8(1)	7(1)
3200	32,0	0,10	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)	9(1)	8(1)	6(1)	5(1)
3200	32,0	0,20	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)
3200	32,0	0,40	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—
3200	32,0	0,80	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	—	—	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3200	32,0	1,60	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
3200	32,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
3200	45,0	0,05	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)	11(1)	10(1)	8(1)	7(1)
3200	45,0	0,10	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)	9(1)	8(1)	6(1)	5(1)
3200	45,0	0,20	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)
3200	45,0	0,40	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—
3200	45,0	0,80	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	—	—	—
3200	45,0	1,60	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
3200	45,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
3200	60,0	0,05	23(1)	19(1)	16(1)	14(1)	11(1)	10(1)	8(1)	7(1)
3200	60,0	0,10	18(1)	15(1)	13(1)	11(1)	9(1)	8(1)	6(1)	5(1)
3200	60,0	0,20	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)
3200	60,0	0,40	10(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	4(1)	3(1)	—
3200	60,0	0,80	6(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	—	—	—
3200	60,0	1,60	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
3200	60,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—

Material: fontă $HB = 225$; tăiș: CM

25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2408(1)	2170(1)	1956(1)	1134(2)	567(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2326(1)	2096(1)	1889(1)	1348(2)	674(2)	337(2)
25	3,0	0,20	2493(1)	2247(1)	2025(1)	1825(1)	1604(2)	802(2)	401(2)	200(2)
25	3,0	0,40	2170(1)	1956(1)	1753(1)	1589(1)	953(2)	477(2)	238(2)	119(2)
25	3,0	0,80	1644(1)	1481(1)	1335(1)	1134(2)	567(2)	283(2)	142(2)	71(2)
25	3,0	1,60	1246(1)	1123(1)	1012(1)	674(2)	337(2)	169(2)	84(2)	42(2)
25	3,0	3,20	944(1)	851(1)	767(1)	401(2)	200(2)	100(2)	50(2)	—
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2408(1)	2170(1)	1956(1)	1763(1)	945(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2326(1)	2096(1)	1889(1)	1703(1)	1124(2)	562(2)
25	5,0	0,20	2493(1)	2247(1)	2025(1)	1825(1)	1645(1)	1336(2)	668(2)	334(2)
25	5,0	0,40	2170(1)	1956(1)	1763(1)	1589(1)	1432(1)	795(2)	397(2)	199(2)
25	5,0	0,80	1644(1)	1481(1)	1335(1)	1203(1)	945(2)	472(2)	236(2)	118(2)
25	5,0	1,60	1246(1)	1123(1)	1012(1)	912(1)	562(2)	281(2)	140(2)	70(2)
25	5,0	3,20	944(1)	851(1)	767(1)	668(2)	334(2)	167(2)	84(2)	42(2)
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2408(1)	2170(1)	1956(1)	1763(1)	1417(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2326(1)	2096(1)	1889(1)	1703(1)	1534(1)	843(2)
25	7,5	0,20	2493(1)	2247(1)	2025(1)	1825(1)	1645(1)	1482(1)	1002(2)	501(2)
25	7,5	0,40	2170(1)	1956(1)	1763(1)	1589(1)	1432(1)	1192(2)	596(2)	298(2)
25	7,5	0,80	1644(1)	1481(1)	1335(1)	1203(1)	1084(1)	709(2)	354(2)	177(2)
25	7,5	1,60	1246(1)	1123(1)	1012(1)	912(1)	822(1)	421(2)	211(2)	105(2)
25	7,5	3,20	944(1)	851(1)	767(1)	691(1)	501(2)	251(2)	125(2)	63(2)
50	3,0	0,05	1645(1)	1482(1)	1336(1)	1204(1)	1085(1)	978(1)	567(2)	283(2)
50	3,0	0,10	1432(1)	1290(1)	1163(1)	1048(1)	945(1)	674(2)	337(2)	169(2)
50	3,0	0,20	1246(1)	1123(1)	1012(1)	912(1)	802(2)	401(2)	200(2)	100(2)
50	3,0	0,40	1085(1)	978(1)	881(1)	794(1)	477(2)	238(2)	119(2)	60(2)
50	3,0	0,80	822(1)	741(1)	668(1)	567(2)	283(2)	142(2)	71(2)	35(2)
50	3,0	1,60	623(1)	561(1)	506(1)	337(2)	169(2)	84(2)	42(2)	—
50	3,0	3,20	472(1)	425(1)	383(1)	200(2)	100(2)	50(2)	—	—
50	5,0	0,05	1645(1)	1482(1)	1336(1)	1204(1)	1085(1)	978(1)	881(1)	472(2)
50	5,0	0,10	1432(1)	1290(1)	1163(1)	1048(1)	945(1)	851(1)	562(2)	281(2)
50	5,0	0,20	1246(1)	1123(1)	1012(1)	912(1)	822(1)	668(2)	334(2)	167(2)
50	5,0	0,40	1085(1)	978(1)	881(1)	794(1)	716(1)	397(2)	199(2)	99(2)
50	5,0	0,80	822(1)	741(1)	668(1)	602(1)	472(2)	236(2)	118(2)	59(2)
50	5,0	1,60	623(1)	561(1)	506(1)	456(1)	281(2)	140(2)	70(2)	35(2)
50	5,0	3,20	472(1)	425(1)	383(1)	334(2)	167(2)	84(2)	42(2)	—
50	7,5	0,05	1645(1)	1482(1)	1336(1)	1204(1)	1085(1)	978(1)	881(1)	709(2)
50	7,5	0,10	1432(1)	1290(1)	1163(1)	1048(1)	945(1)	851(1)	767(1)	421(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	7,5	0,20	1246(1)	1123(1)	1012(1)	912(1)	822(1)	741(1)	501(2)	251(2)
50	7,5	0,40	1085(1)	978(1)	881(1)	794(1)	716(1)	596(1)	298(2)	149(2)
50	7,5	0,80	822(1)	741(1)	668(1)	602(1)	542(1)	354(2)	177(2)	89(2)
50	7,5	1,60	623(1)	561(1)	506(1)	456(1)	411(1)	211(2)	105(2)	53(2)
50	7,5	3,20	472(1)	425(1)	383(1)	346(1)	251(2)	125(2)	63(2)	31(2)
100	3,0	0,05	822(1)	741(1)	668(1)	602(1)	543(1)	489(1)	283(2)	142(2)
100	3,0	0,10	716(1)	645(1)	581(1)	524(1)	472(1)	337(2)	169(2)	84(2)
100	3,0	0,20	623(1)	562(1)	506(1)	456(1)	401(2)	200(2)	100(2)	50(2)
100	3,0	0,40	543(1)	489(1)	441(1)	397(1)	238(2)	119(2)	60(2)	—
100	3,0	0,80	411(1)	370(1)	334(1)	283(2)	142(2)	71(2)	35(2)	—
100	3,0	1,60	311(1)	281(1)	253(1)	169(2)	84(2)	42(2)	—	—
100	3,0	3,20	236(1)	213(1)	192(1)	100(2)	50(2)	—	—	—
100	5,0	0,05	822(1)	741(1)	668(1)	602(1)	543(1)	489(1)	441(1)	236(2)
100	5,0	0,10	716(1)	645(1)	581(1)	524(1)	472(1)	426(1)	281(2)	140(2)
100	5,0	0,20	623(1)	562(1)	506(1)	456(1)	411(1)	334(2)	167(2)	84(2)
100	5,0	0,40	543(1)	489(1)	441(1)	397(1)	358(1)	199(2)	99(2)	50(2)
100	5,0	0,80	411(1)	370(1)	334(1)	301(1)	236(2)	118(2)	59(2)	—
100	5,0	1,60	311(1)	281(1)	253(1)	228(1)	140(2)	70(2)	35(2)	—
100	5,0	3,20	236(1)	213(1)	192(1)	167(2)	84(2)	42(2)	—	—
100	7,5	0,05	822(1)	741(1)	668(1)	602(1)	543(1)	489(1)	441(1)	354(2)
100	7,5	0,10	716(1)	645(1)	581(1)	524(1)	472(1)	426(1)	384(1)	211(2)
100	7,5	0,20	623(1)	562(1)	506(1)	456(1)	411(1)	371(1)	251(2)	125(2)
100	7,5	0,40	543(1)	489(1)	441(1)	397(1)	358(1)	298(2)	149(2)	74(2)
100	7,5	0,80	411(1)	370(1)	334(1)	301(1)	271(1)	177(2)	89(2)	44(2)
100	7,5	1,60	311(1)	281(1)	253(1)	228(1)	205(1)	105(2)	53(2)	—
100	7,5	3,20	236(1)	213(1)	192(1)	173(1)	125(2)	63(2)	31(2)	—
200	3,0	0,05	411(1)	371(1)	334(1)	301(1)	271(1)	244(1)	142(2)	71(2)
200	3,0	0,10	358(1)	323(1)	291(1)	262(1)	236(1)	169(2)	84(2)	42(2)
200	3,0	0,20	312(1)	281(1)	253(1)	228(1)	200(2)	100(2)	50(2)	—
200	3,0	0,40	271(1)	244(1)	220(1)	199(1)	119(2)	60(2)	—	—
200	3,0	0,80	205(1)	185(1)	167(1)	142(2)	71(2)	35(2)	—	—
200	3,0	1,60	156(1)	140(1)	126(1)	84(2)	42(2)	—	—	—
200	3,0	3,20	118(1)	106(1)	96(1)	50(2)	—	—	—	—
200	5,0	0,05	411(1)	371(1)	334(1)	301(1)	217(1)	244(1)	220(1)	118(2)
200	5,0	0,10	358(1)	323(1)	291(1)	262(1)	236(1)	213(1)	140(2)	70(2)
200	5,0	0,20	312(1)	281(1)	253(1)	228(1)	206(1)	167(2)	84(2)	42(2)
200	5,0	0,40	271(1)	244(1)	220(1)	199(1)	179(1)	99(2)	50(2)	—
200	5,0	0,80	205(1)	185(1)	167(1)	150(1)	118(2)	59(2)	—	—
200	5,0	1,60	156(1)	140(1)	126(1)	114(1)	70(2)	35(2)	—	—
200	5,0	3,20	118(1)	106(1)	96(1)	84(2)	42(2)	—	—	—
200	7,5	0,05	411(1)	371(1)	334(1)	301(1)	271(1)	244(1)	220(1)	177(2)
200	7,5	0,10	358(1)	323(1)	291(1)	262(1)	236(1)	213(1)	192(1)	105(2)
200	7,5	0,20	312(1)	281(1)	253(1)	228(1)	206(1)	185(1)	125(2)	63(2)
200	7,5	0,40	271(1)	244(1)	220(1)	199(1)	179(1)	149(2)	74(2)	37(2)
200	7,5	0,80	205(1)	185(1)	167(1)	150(1)	136(1)	89(2)	44 (2)	—
200	7,5	1,60	156(1)	140(1)	126(1)	114(1)	103(1)	53(2)	—	—
200	7,5	3,20	118(1)	106(1)	96(1)	86(1)	63(2)	31(2)	—	—
400	7,5	0,05	206(1)	185(1)	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	89(2)
400	7,5	0,10	179(1)	161(1)	145(1)	131(1)	118(1)	106(1)	96(1)	53(2)
400	7,5	0,20	156(1)	140(1)	127(1)	114(1)	103(1)	93(1)	63(2)	31(2)
400	7,5	0,40	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	89(1)	74(2)	37(2)	—
400	7,5	0,80	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	44(2)	—	—
400	7,5	1,60	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	—	—	—
400	7,5	3,20	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	31(2)	—	—	—
400	11,0	0,05	206(1)	185(1)	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	11,0	0,10	179(1)	161(1)	145(1)	131(1)	118(1)	106(1)	96(1)	77(2)
400	11,0	0,20	156(1)	140(1)	127(1)	114(1)	103(1)	93(1)	83(1)	46(2)
400	11,0	0,40	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	89(1)	81(1)	55(2)	—
400	11,0	0,80	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	32(2)	—
400	11,0	1,60	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	39(2)	—	—
400	11,0	3,20	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	—	—	—
400	16,0	0,05	206(1)	185(1)	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)
400	16,0	0,10	179(1)	161(1)	145(1)	131(1)	118(1)	106(1)	96(1)	86(1)
400	16,0	0,20	156(1)	140(1)	127(1)	114(1)	103(1)	93(1)	83(1)	67(2)
400	16,0	0,40	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	89(1)	81(1)	73(1)	40(2)
400	16,0	0,80	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	47(2)	—
400	16,0	1,60	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	46(1)	—	—
400	16,0	3,20	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	33(2)	—	—
800	16,0	0,05	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)
800	16,0	0,10	89(1)	81(1)	73(1)	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)
800	16,0	0,20	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	46(1)	42(1)	33(2)
800	16,0	0,40	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	20(2)
800	16,0	0,80	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	24(2)	—
800	16,0	1,60	39(1)	35(1)	32(1)	28(1)	26(1)	23(1)	14(2)	—
800	16,0	3,20	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	19(1)	17(2)	—	—
800	23,0	0,05	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)
800	23,0	0,10	89(1)	81(1)	73(1)	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)
800	23,0	0,20	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)
800	23,0	0,40	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	29(2)
800	23,0	0,80	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	17(2)
800	23,0	1,60	39(1)	35(1)	32(1)	28(1)	26(1)	23(1)	20(2)	—
800	23,0	3,20	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	19(1)	18(1)	12(2)	—
800	32,0	0,05	103(1)	93(1)	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)
800	32,0	0,10	89(1)	81(1)	73(1)	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)
800	32,0	0,20	78(1)	70(1)	63(1)	57(1)	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)
800	32,0	0,40	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)
800	32,0	0,80	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	24(2)
800	32,0	1,60	39(1)	35(1)	32(1)	28(1)	26(1)	23(1)	21(1)	14(2)
800	32,0	3,20	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	19(1)	18(1)	16(1)	—
1600	32,0	0,05	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	34(1)	28(1)	25(1)
1600	32,0	0,10	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)
1660	32,0	0,20	39(1)	35(1)	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)
1600	32,0	0,40	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	32,0	0,80	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(2)
1600	32,0	1,60	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	7(2)
1600	32,0	3,20	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	4(2)
1600	45,0	0,05	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)
1600	45,0	0,10	45(1)	401()	36(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)
1600	45,0	0,20	39(1)	35(1)	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)
1600	45,0	0,40	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1660	45,0	0,80	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)
1160	45,0	1,60	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)
1600	45,0	3,20	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	6(2)
1600	60,0	0,05	51(1)	46(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)
1600	60,0	0,10	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)
1600	60,0	0,20	39(1)	35(1)	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)
1600	60,0	0,40	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	60,0	0,80	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)
1600	60,0	1,60	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)
1600	60,0	3,20	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3200	32,0	0,05	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)
3200	32,0	0,10	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)
3200	32,0	0,20	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)
3200	32,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	32,0	0,80	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(2)
3200	32,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	4(2)
3200	32,0	3,20	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	—
3200	45,0	0,05	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)
3200	45,0	0,10	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)
3200	45,0	0,20	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)
3200	45,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	45,0	0,80	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	45,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)
3200	45,0	3,20	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	—
3200	60,0	0,05	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)
3200	60,0	0,10	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)
3200	60,0	0,20	19(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)
3200	60,0	0,40	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	60,0	0,80	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	60,0	1,60	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)
3200	60,0	3,20	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	4(1)
Material: fontă $HB = 225$; tăiș: CM										
25	3,0	0,05	2054(1)	1851(1)	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	567(2)
25	3,0	0,10	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	674(2)	337(2)
25	3,0	0,20	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	894(1)	802(2)	401(2)	200(2)
25	3,0	0,40	1052(1)	948(1)	854(1)	770(1)	694(1)	477(2)	238(2)	119(2)
25	3,0	0,80	797(1)	718(1)	647(1)	584(1)	526(1)	283(2)	142(2)	71(2)
25	3,0	1,60	640(1)	544(1)	491(1)	442(1)	337(2)	169(2)	84(2)	42(2)
25	3,0	3,20	458(1)	413(1)	372(1)	335(1)	200(2)	100(2)	50(2)	—
25	5,0	0,05	2054(1)	1851(1)	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	945(2)
25	5,0	0,10	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	894(1)	562(2)
25	5,0	0,20	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	894(1)	806(1)	668(2)	3342()
25	5,0	0,40	1052(1)	948(1)	854(1)	770(1)	694(1)	625(1)	397(2)	199(2)
25	5,0	0,80	797(1)	718(1)	647(1)	584(1)	526(1)	472(2)	236(2)	118(2)
25	5,0	1,60	604(1)	544(1)	491(1)	442(1)	399(1)	281(2)	140(2)	70(2)
25	5,0	3,20	458(1)	413(1)	372(1)	335(1)	302(1)	167(2)	84(2)	42(2)
25	7,5	0,05	2054(1)	1851(1)	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)
25	7,5	0,10	1668(1)	1503(1)	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	894(1)	806(1)
25	7,5	0,20	1355(1)	1221(1)	1100(1)	992(1)	894(1)	806(1)	726(1)	501(2)
25	7,5	0,40	1052(1)	948(1)	854(1)	770(1)	694(1)	625(1)	564(1)	298(2)
25	7,5	0,80	797(1)	718(1)	647(1)	584(1)	526(1)	474(1)	354(2)	177(2)
25	7,5	1,60	604(1)	544(1)	491(1)	442(1)	399(1)	359(1)	211(2)	105(2)
25	7,5	3,20	458(1)	413(1)	372(1)	335(1)	302(1)	251(2)	125(2)	63(2)
50	3,0	0,05	1027(1)	925(1)	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	283(2)
50	3,0	0,10	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	337(2)	169(2)
50	3,0	0,20	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	447(1)	401(2)	200(2)	100(2)
50	3,0	0,40	526(1)	474(1)	427(1)	385(1)	347(1)	238(2)	119(2)	60(2)
50	3,0	0,80	399(1)	359(1)	324(1)	292(1)	263(1)	142(2)	71(2)	35(2)
50	3,0	1,60	302(1)	272(1)	245(1)	221(1)	169(2)	84(2)	42(2)	—
50	3,0	3,20	229(1)	206(1)	186(1)	168(1)	100(2)	50(2)	—	—
50	5,0	0,05	1027(1)	925(1)	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	472(2)
50	5,0	0,10	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	447(1)	281(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	5,0	0,20	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	447(1)	403(1)	334(2)	167(2)
50	5,0	0,40	526(1)	474(1)	427(1)	385(1)	347(1)	313(1)	199(2)	99(2)
50	5,0	0,80	399(1)	359(1)	324(1)	292(1)	263(1)	236(2)	118(2)	59(2)
50	5,0	1,60	302(1)	272(1)	245(1)	221(1)	199(1)	140(2)	70(2)	35(2)
50	5,0	3,20	229(1)	206(1)	186(1)	168(1)	151(1)	84(2)	42(2)	—
50	7,5	0,05	1027(1)	925(1)	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)
50	7,5	0,10	834(1)	752(1)	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	447(1)	403(1)
50	7,5	0,20	677(1)	611(1)	550(1)	496(1)	447(1)	403(1)	363(1)	251(2)
50	7,5	0,40	526(1)	474(1)	427(1)	385(1)	347(1)	313(1)	282(1)	149(2)
50	7,5	0,80	399(1)	359(1)	324(1)	292(1)	263(1)	237(1)	177(2)	89(2)
50	7,5	1,60	302(1)	272(1)	245(1)	221(1)	199(1)	180(1)	105(2)	53(2)
50	7,5	3,20	229(1)	206(1)	186(1)	168(1)	151(1)	125(2)	63(2)	31(2)
100	3,0	0,05	513(1)	463(1)	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	142(2)
100	3,0	0,10	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	169(2)	84(2)
100	3,0	0,20	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	223(1)	200(2)	100(2)	50(2)
100	3,0	0,40	263(1)	237(1)	214(1)	192(1)	173(1)	119(2)	60(2)	—
100	3,0	0,80	199(1)	180(1)	162(1)	146(1)	131(1)	71(2)	35(2)	—
100	3,0	1,60	151(1)	136(1)	132(1)	111(1)	84(2)	42(2)	—	—
100	3,0	3,20	114(1)	103(1)	93(1)	84(1)	50(2)	—	—	—
100	5,0	0,05	513(1)	463(1)	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	236(2)
100	5,0	0,10	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	223(1)	140(2)
100	5,0	0,20	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	223(1)	201(1)	167(2)	84(2)
100	5,0	0,40	263(1)	237(1)	214(1)	192(1)	173(1)	156(1)	99(2)	50(2)
100	5,0	0,80	199(1)	180(1)	162(1)	146(1)	131(1)	118(2)	59(2)	—
100	5,0	1,60	151(1)	136(1)	123(1)	111(1)	100(1)	70(2)	35(2)	—
100	5,0	3,20	114(1)	103(1)	93(1)	84(1)	76(1)	42(2)	—	—
100	7,5	0,05	513(1)	463(1)	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)
100	7,5	0,10	417(1)	376(1)	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	223(1)	201(1)
100	7,5	0,20	339(1)	305(1)	275(1)	248(1)	223(1)	201(1)	182(1)	125(2)
100	7,5	0,40	263(1)	237(1)	214(1)	192(1)	173(1)	156(1)	141(1)	74(2)
100	7,5	0,80	199(1)	180(1)	162(1)	146(1)	131(1)	118(1)	89(2)	44(2)
100	7,5	1,60	151(1)	136(1)	123(1)	111(1)	100(1)	90(1)	53(2)	—
100	7,5	3,20	114(1)	103(1)	93(1)	84(1)	76(1)	63(2)	31(2)	—
200	3,0	0,05	257(1)	231(1)	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	71(2)
200	3,0	0,10	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	84(2)	42(2)
200	3,0	0,20	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	112(1)	100(2)	50(2)	—
200	3,0	0,40	131(1)	118(1)	107(1)	96(1)	87(1)	60(2)	—	—
200	3,0	0,80	100(1)	90(1)	81(1)	73(1)	66(1)	35(2)	—	—
200	3,0	1,60	76(1)	68(1)	61(1)	55(1)	42(2)	—	—	—
200	3,0	3,20	57(1)	52(1)	46(1)	42(1)	—	—	—	—
200	5,0	0,05	257(1)	231(1)	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	118(2)
200	5,0	0,10	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	112(1)	70(2)
200	5,0	0,20	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	112(1)	101(1)	84(2)	42(2)
200	5,0	0,40	131(1)	118(1)	107(1)	96(1)	87(1)	78(1)	50(2)	—
200	5,0	0,80	100(1)	90(1)	81(1)	73(1)	66(1)	59(2)	—	—
200	5,0	1,60	76(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	35(2)	—	—
200	5,0	3,20	57(1)	52(1)	46(1)	42(1)	38(1)	—	—	—
200	7,5	0,05	257(1)	231(1)	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)
200	7,5	0,10	209(1)	188(1)	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	112(1)	101(1)
200	7,5	0,20	169(1)	153(1)	138(1)	124(1)	112(1)	101(1)	91(1)	63(2)
200	7,5	0,40	131(1)	118(1)	107(1)	96(1)	87(1)	78(1)	70(1)	37(2)
200	7,5	0,80	100(1)	90(1)	81(1)	73(1)	66(1)	59(1)	44(2)	—
200	7,5	1,60	76(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	—	—
200	7,5	3,20	57(1)	52(1)	46(1)	42(1)	38(1)	31(2)	—	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	7,5	0,05	128(1)	116(1)	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)
400	7,5	0,10	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)
400	7,5	0,20	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)	45(1)	31(2)
400	7,5	0,40	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	—
400	7,5	0,80	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)	—	—	—
400	7,5	1,60	38(1)	34(1)	31(1)	—	—	—	—	—
400	7,5	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
400	11,0	0,05	128(1)	116(1)	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)
400	11,0	0,10	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)
400	11,0	0,20	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)	45(1)	41(1)
400	11,0	0,40	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	—
400	11,0	0,80	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)	—	—	—
400	11,0	1,60	38(1)	34(1)	31(1)	—	—	—	—	—
400	11,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
400	16,0	0,05	128(1)	116(1)	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)
400	16,0	0,10	104(1)	94(1)	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)
400	16,0	0,20	85(1)	76(1)	69(1)	62(1)	56(1)	50(1)	45(1)	41(1)
400	16,0	0,40	66(1)	59(1)	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	32(1)
400	16,0	0,80	50(1)	45(1)	40(1)	36(1)	33(1)	—	—	—
400	16,0	1,60	38(1)	34(1)	31(1)	—	—	—	—	—
400	16,0	3,20	—	—	—	—	—	—	—	—
800	16,0	0,05	64(1)	58(1)	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)
800	16,0	0,10	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)
800	16,0	0,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	20(1)
800	16,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
800	16,0	0,80	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	—
800	16,0	1,60	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	—	—	—
800	16,0	3,20	14(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
800	23,0	0,05	64(1)	58(1)	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)
800	23,0	0,10	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)
800	23,0	0,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	20(1)
800	23,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
800	23,0	0,80	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)
800	23,0	1,60	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	—	—	—
800	23,0	3,20	14(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
800	32,0	0,05	64(1)	58(1)	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)
800	32,0	0,10	52(1)	47(1)	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)
800	32,0	0,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	20(1)
800	32,0	0,40	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
800	32,0	0,80	25(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)
800	32,0	1,60	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	—	—	—
800	32,0	3,20	14(1)	13(1)	—	—	—	—	—	—
1600	32,0	0,05	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
1600	32,0	0,10	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)
1600	32,0	0,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)	11(1)	10(1)
1600	32,0	0,40	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
1600	32,0	0,80	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)
1600	32,0	1,60	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)
1600	32,0	3,20	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)
1600	45,0	0,05	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
1600	45,0	0,10	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)
1600	45,0	0,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)	11(1)	10(1)
1600	45,0	0,40	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
1600	45,0	0,80	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)
1600	45,0	1,60	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1600	45,0	3,20	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)
1600	60,0	0,05	32(1)	29(1)	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
1600	60,0	0,10	26(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)
1600	60,0	0,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	13(1)	11(1)	10(1)
1600	60,0	0,40	16(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
1600	60,0	0,80	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)
1600	60,0	1,60	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)
1600	60,0	3,20	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)
3200	32,0	0,05	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	32,0	0,10	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	32,0	0,20	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)
3200	32,0	0,40	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)
3200	32,0	0,80	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)
3200	32,0	1,60	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)	—	—	—
3200	32,0	3,20	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
3200	45.0	0,05	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	45,0	0,10	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	45,0	0,20	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)
3200	45,0	0,40	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)
3200	45,0	0,80	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)
3200	45,0	1,60	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)	—	—	—
3200	45,0	3,20	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
3200	60,0	0,05	16(1)	14(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	60,0	0,10	31(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	60,0	0,20	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)
3200	60,0	0,40	8(1)	7(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)
3200	60,0	0,80	6(1)	6(1)	5(1)	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)
3200	60,0	1,60	5(1)	4(1)	4(1)	3(1)	3(1)	—	—	—
3200	60,0	3,20	4(1)	3(1)	—	—	—	—	—	—
Material: aliaj de cupru $HB = 90$; tăiș: CM										
25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1797(2)	899(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2137(2)	1069(2)	534(2)
25	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1271(2)	635(2)	318(2)
25	3,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1511(2)	756(2)	378(2)	189(2)
25	3,0	0,80	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1797(2)	899(2)	449(2)	225(2)	112(2)
25	3,0	1,60	2500(3)	2500(3)	2137(2)	1069(2)	534(2)	267(2)	134(2)	67(2)
25	3,0	3,20	2207(1)	1949(1)	1271(1)	635(2)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1498(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1781(2)	890(2)
25	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2118(2)	1059(2)	529(2)
25	5,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1259(2)	630(2)	315(2)
25	5,0	0,80	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1498(2)	749(2)	374(2)	187(2)
25	5,0	1,60	2500(3)	2500(3)	2270(1)	1781(2)	890(2)	445(2)	223(2)	111(2)
25	5,0	3,20	2207(1)	1949(1)	1720(1)	1059(2)	529(2)	265(2)	132(2)	66(2)
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2246(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1336(2)
25	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1588(2)	794(2)
25	7,5	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1889(2)	944(2)	472(2)
25	7,5	0,80	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2246(2)	1123(2)	562(2)	281(2)
25	7,5	1,60	2500(3)	2500(3)	2270(1)	2003(1)	1336(2)	668(2)	334(2)	167(2)
25	7,5	3,20	2207(1)	1949(1)	1720(1)	1518(1)	794(2)	397(2)	199(2)	99(2)
50	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2333(1)	1797(2)	899(2)	449(2)
50	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2301(1)	2031(1)	1069(2)	534(2)	267(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2269(1)	2003(1)	1271(2)	635(2)	318(2)	159(2)
50	3,0	0,40	2500(3)	2238(1)	1975(1)	1511(2)	756(2)	378(2)	189(2)	94(2)
50	3,0	0,80	1922(1)	1696(1)	1497(1)	899(2)	449(2)	252(2)	112(2)	56(2)
50	3,0	1,60	1456(1)	1286(1)	1069(2)	534(2)	267(2)	134(2)	67(2)	33(2)
50	3,0	3,20	1104(1)	974(1)	635(2)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)	—
50	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2333(1)	2059(2)	1498(2)	749(2)
50	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2301(1)	2031(1)	1781(1)	890(2)	445(2)
50	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2269(1)	2003(1)	1768(1)	1059(2)	529(2)	265(2)
50	5,0	0,40	2500(3)	2238(1)	1975(1)	1744(1)	1259(1)	630(2)	315(2)	157(2)
50	5,0	0,80	1922(1)	1696(1)	1497(1)	1322(1)	749(2)	374(2)	187(2)	94(2)
50	5,0	1,60	1456(1)	1286(1)	1135(1)	890(1)	445(2)	223(2)	111(2)	56(2)
50	5,0	3,20	1104(1)	974(1)	860(1)	529(2)	265(2)	132(2)	66(2)	33(2)
50	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2333(1)	2059(1)	1818(1)	1123(2)
50	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2301(1)	2031(1)	1793(1)	1336(2)	668(2)
50	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2269(1)	2003(1)	1768(1)	1560(1)	794(2)	397(2)
50	7,5	0,40	2500(3)	2238(1)	1975(1)	1744(1)	1539(1)	944(2)	472(2)	236(2)
50	7,5	0,80	1922(1)	1696(1)	1497(1)	1322(1)	1123(2)	562(2)	281(2)	140(2)
50	7,5	1,60	1456(1)	1286(1)	1135(1)	1002(1)	668(2)	334(2)	167(2)	83(2)
50	7,5	3,20	1104(1)	974(1)	860(1)	759(1)	397(2)	199(2)	99(2)	50(2)
100	3,0	0,05	1921(1)	1696(1)	1497(1)	1321(1)	1166(1)	899(2)	449(2)	225(2)
100	3,0	0,10	1673(1)	1476(1)	1303(1)	1150(1)	1015(1)	534(2)	267(2)	134(2)
100	3,0	0,20	1456(1)	1285(1)	1134(1)	1001(1)	635(2)	318(2)	159(2)	79(2)
100	3,0	0,40	1268(1)	1119(1)	988(1)	756(2)	378(2)	189(2)	94(2)	47(2)
100	3,0	0,80	961(1)	848(1)	749(1)	449(2)	225(2)	112(2)	56(2)	—
100	3,0	1,60	728(1)	643(1)	534(2)	267(2)	134(2)	67(2)	33(2)	—
100	3,0	3,20	552(1)	487(1)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)	—	—
100	5,0	0,05	1921(1)	1696(1)	1497(1)	1321(1)	1166(1)	1030(1)	749(2)	374(2)
100	5,0	0,10	1673(1)	1476(1)	1303(1)	1150(1)	1015(1)	890(2)	445(2)	223(2)
100	5,0	0,20	1456(1)	1285(1)	1134(1)	1001(1)	884(1)	529(2)	265(2)	132(2)
100	5,0	0,40	1268(1)	1119(1)	988(1)	872(1)	630(2)	315(2)	157(2)	79(2)
100	5,0	0,80	961(1)	848(1)	749(1)	661(1)	374(2)	187(2)	94(2)	47(2)
100	5,0	1,60	728(1)	643(1)	567(1)	445(2)	233(2)	111(2)	56(2)	—
100	5,0	3,20	552(1)	487(1)	430(1)	265(2)	132(2)	66(2)	33(2)	—
100	7,5	0,05	1921(1)	1696(1)	1497(1)	1321(1)	1166(1)	1030(1)	909(1)	562(2)
100	7,5	0,10	1673(1)	1476(1)	1303(1)	1150(1)	1015(1)	896(1)	668(2)	334(2)
100	7,5	0,20	1456(1)	1285(1)	1134(1)	1001(1)	884(1)	780(1)	397(2)	199(2)
100	7,5	0,40	1268(1)	1119(1)	988(1)	872(1)	770(1)	472(2)	236(2)	118(2)
100	7,5	0,80	961(1)	848(1)	749(1)	661(1)	562(2)	281(2)	140(2)	70(2)
100	7,5	1,60	728(1)	643(1)	567(1)	501(1)	334(2)	167(2)	83(2)	42(2)
100	7,5	3,20	552(1)	487(1)	430(1)	380(1)	199(2)	99(2)	50(2)	—
200	3,0	0,05	961(1)	848(1)	748(1)	661(1)	583(1)	449(2)	225(2)	112(2)
200	3,0	0,10	836(1)	738(1)	652(1)	575(1)	508(1)	267(2)	134(2)	67(2)
200	3,0	0,20	728(1)	643(1)	567(1)	501(1)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)
200	3,0	0,40	634(1)	559(1)	494(1)	378(2)	189(2)	94(2)	47(2)	—
200	3,0	0,80	480(1)	424(1)	374(1)	225(2)	112(2)	56(2)	—	—
200	3,0	1,60	364(1)	321(1)	267(2)	134(2)	67(2)	33(2)	—	—
200	3,0	3,20	276(1)	244(1)	159(2)	79(2)	40(2)	—	—	—
200	5,0	0,05	961(1)	848(1)	748(1)	661(1)	583(1)	515(1)	374(1)	187(2)
200	5,0	0,10	836(1)	738(1)	652(1)	575(1)	508(1)	445(2)	223(2)	111(2)
200	5,0	0,20	728(1)	643(1)	567(1)	501(1)	442(1)	265(2)	132(2)	66(2)
200	5,0	0,40	643(1)	559(1)	494(1)	436(1)	315(1)	157(2)	79(2)	39(2)
200	5,0	0,80	480(1)	424(1)	374(1)	330(1)	187(2)	94(2)	47(2)	—
200	5,0	1,60	364(1)	321(1)	284(1)	223(2)	111(2)	56(2)	—	—
200	5,0	3,20	276(1)	244(1)	215(1)	132(2)	66(2)	33(2)	—	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
200	7,5	0,05	961(1)	848(1)	748(1)	661(1)	583(1)	515(1)	454(1)	281(2)
200	7,5	0,10	836(1)	738(1)	652(1)	575(1)	508(1)	448(1)	334(2)	167(2)
200	7,5	0,20	728(1)	643(1)	567(1)	501(1)	442(1)	390(1)	199(2)	99(2)
200	7,5	0,40	634(1)	559(1)	494(1)	436(1)	385(1)	236(2)	118(2)	59(2)
200	7,5	0,80	480(1)	424(1)	374(1)	330(1)	281(2)	140(2)	70(2)	35(2)
200	7,5	1,60	364(1)	321(1)	284(1)	250(1)	167(2)	83(2)	42(2)	—
200	7,5	3,20	276(1)	244(1)	215(1)	190(1)	99(2)	50(2)	—	—
400	7,5	0,05	480(1)	424(1)	374(1)	330(1)	292(1)	257(1)	227(1)	140(2)
400	7,5	0,10	418(1)	369(1)	326(1)	288(1)	254(1)	224(1)	167(2)	83(2)
400	7,5	0,20	364(1)	321(1)	284(1)	250(1)	221(1)	195(1)	99(2)	50(2)
400	7,5	0,40	317(1)	280(1)	247(1)	218(1)	192(1)	118(2)	59(2)	—
400	7,5	0,80	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	140(2)	70(2)	35(2)	—
400	7,5	1,60	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	83(2)	42(2)	—	—
400	7,5	3,20	138(1)	122(1)	108(1)	95(1)	50(2)	—	—	—
400	11,0	0,05	480(1)	424(1)	374(1)	330(1)	292(1)	257(1)	227(1)	201(1)
400	11,0	0,10	418(1)	369(1)	326(1)	288(1)	254(1)	224(1)	198(1)	122(2)
400	11,0	0,20	364(1)	321(1)	284(1)	250(1)	221(1)	195(1)	146(2)	73(2)
400	11,0	0,40	317(1)	280(1)	247(1)	218(1)	192(1)	170(1)	87(2)	43(2)
400	11,0	0,80	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	146(1)	103(2)	51(2)	—
400	11,0	1,60	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	111(1)	61(2)	31(2)	—
400	1,10	3,20	138(1)	122(1)	108(1)	95(1)	73(2)	36(2)	—	—
400	16,0	0,05	480(1)	424(1)	374(1)	330(1)	292(1)	257(1)	227(1)	201(1)
400	16,0	0,10	418(1)	369(1)	326(1)	288(1)	254(1)	224(1)	198(1)	175(1)
400	16,0	0,20	364(1)	321(1)	284(1)	250(1)	221(1)	195(1)	172(1)	106(2)
400	16,0	0,40	317(1)	280(1)	247(1)	218(1)	192(1)	170(1)	126(2)	63(2)
400	16,0	0,80	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	146(1)	129(1)	75(2)	37(2)
400	16,0	1,60	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	111(1)	89(2)	45(2)	—
400	16,0	3,20	138(1)	122(1)	108(1)	95(1)	84(1)	53(2)	—	—
800	16,0	0,05	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	146(1)	129(1)	114(1)	100(1)
800	16,0	0,10	209(1)	185(1)	163(1)	144(1)	127(1)	112(1)	99(1)	87(1)
800	16,0	0,20	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	110(1)	98(1)	86(1)	53(2)
800	16,0	0,40	158(1)	140(1)	123(1)	109(1)	96(1)	85(1)	63(2)	31(2)
800	16,0	0,80	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	37(2)	19(2)
800	16,0	1,60	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	45(2)	22(2)	—
800	16,0	3,20	69(1)	61(1)	54(1)	47(1)	42(1)	26(2)	13(2)	—
800	23,0	0,05	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	146(1)	129(1)	114(1)	100(1)
800	23,0	0,10	209(1)	185(1)	163(1)	144(1)	127(1)	112(1)	99(1)	87(1)
800	23,0	0,20	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	110(1)	98(1)	86(1)	76(1)
800	23,0	0,40	158(1)	140(1)	123(1)	109(1)	96(1)	85(1)	75(1)	45(2)
800	23,0	0,80	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	54(2)	27(2)
800	23,0	1,60	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	49(1)	32(2)	16(2)
800	23,0	3,20	69(1)	61(1)	54(1)	47(1)	42(1)	37(1)	19(2)	—
800	32,0	0,05	240(1)	212(1)	187(1)	165(1)	146(1)	129(1)	114(1)	100(1)
800	32,0	0,10	209(1)	185(1)	163(1)	144(1)	127(1)	112(1)	99(1)	87(1)
800	32,0	0,20	182(1)	161(1)	142(1)	125(1)	110(1)	98(1)	86(1)	76(1)
800	32,0	0,40	158(1)	140(1)	123(1)	109(1)	96(1)	85(1)	75(1)	63(2)
800	32,0	0,80	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	57(1)	37(2)
800	32,0	1,60	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	49(1)	43(1)	22(2)
800	32,0	3,20	69(1)	61(1)	54(1)	47(1)	42(1)	37(1)	26(2)	13(2)
1600	32,0	0,05	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	57(1)	50(1)
1600	32,0	0,10	105(1)	92(1)	81(1)	72(1)	63(1)	56(1)	49(1)	44(1)
1600	32,0	0,20	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)
1600	32,0	0,40	79(1)	70(1)	62(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	31(2)
1600	32,0	0,80	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	19(2)
1600	32,0	1,60	46(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	11(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1600	32,0	3,20	34(1)	30(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)	13(2)	7(2)
1600	45,0	0,05	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	57(1)	50(1)
1600	45,0	0,10	105(1)	92(1)	81(1)	72(1)	63(1)	56(1)	49(1)	44(1)
1600	45,0	0,20	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)
1600	45,0	0,40	79(1)	70(1)	62(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	33(1)
1600	45,0	0,80	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)
1600	45,0	1,60	46(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	16(2)
1600	45,0	3,20	34(1)	30(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)	16(1)	9(2)
1600	60,0	0,05	120(1)	106(1)	94(1)	83(1)	73(1)	64(1)	57(1)	50(1)
1600	60,0	0,10	105(1)	92(1)	81(1)	72(1)	63(1)	56(1)	49(1)	44(1)
1600	60,0	0,20	91(1)	80(1)	71(1)	63(1)	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)
1600	60,0	0,40	79(1)	70(1)	62(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	33(1)
1600	60,0	0,80	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)
1600	60,0	1,60	46(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	19(1)
1600	60,0	3,20	34(1)	30(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)	16(1)	12(2)
3200	32,0	0,05	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)
3200	32,0	0,10	52(1)	46(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)	22(1)
3200	32,0	0,20	45(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	19(1)
3200	32,0	0,40	40(1)	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	19(1)	16(2)
3200	32,0	0,80	30(1)	27(1)	23(1)	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	9(2)
3200	32,0	1,60	23(1)	20(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	11(1)	6(2)
3200	32,0	3,20	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	7(2)	3(2)
3200	45,0	0,05	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)
3200	45,0	0,10	52(1)	46(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)	22(1)
3200	45,0	0,20	45(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	19(1)
3200	45,0	0,40	40(1)	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)
3200	45,0	0,80	30(1)	27(1)	23(1)	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	45,0	1,60	23(1)	20(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	11(1)	8(2)
3200	45,0	3,20	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)	5(2)
3200	60,0	0,05	60(1)	53(1)	47(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)
3200	60,0	0,10	52(1)	46(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	25(1)	22(1)
3200	60,0	0,20	45(1)	40(1)	35(1)	31(1)	28(1)	24(1)	22(1)	19(1)
3200	60,0	0,40	40(1)	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)
3200	60,0	0,80	30(1)	27(1)	23(1)	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	60,0	1,60	23(1)	20(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	60,0	3,20	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)	6(2)
Material: aliaj de cupru *HB* = 90; tăiș: *OR*										
25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1797(2)	899(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2137(2)	1069(2)	534(2)
25	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2458(1)	2215(1)	1271(2)	635(2)	318(2)
25	3,0	0,40	2500(3)	2406(1)	2169(1)	1955(1)	1511(2)	756(2)	378(2)	189(2)
25	3,0	0,80	2124(1)	1914(1)	1725(1)	1555(1)	899(2)	449(2)	225(2)	112(2)
25	3,0	1,60	1690(1)	1523(1)	1373(1)	1069(2)	534(2)	267(2)	134(2)	67(2)
25	3,0	3,20	1344(1)	1212(1)	1092(1)	635(2)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1498(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2374(1)	1781(2)	890(2)
25	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2458(1)	2215(1)	1997(1)	1059(2)	529(2)
25	5,0	0,40	2500(3)	2406(1)	2169(1)	1955(1)	1762(1)	1259(2)	630(2)	315(2)
25	5,0	0,80	2124(1)	1914(1)	1725(1)	1555(1)	1401(1)	749(2)	374(2)	187(2)
25	5,0	1,60	1690(1)	1523(1)	1373(1)	1237(1)	890(2)	445(2)	223(2)	111(2)
25	5,0	3,20	1344(1)	1212(1)	1092(1)	984(1)	529(2)	265(2)	132(2)	66(2)
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2246(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2374(1)	2140(1)	2140(1)	1336(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2458(1)	2215(1)	1997(1)	1588(2)	794(2)
25	7,5	0,40	2500(3)	2406(1)	2169(1)	1955(1)	1762(1)	1588(1)	944(2)	472(2)
25	7,5	0,80	2124(1)	1914(1)	1725(1)	1555(1)	1401(1)	1123(2)	562(2)	281(2)
25	7,5	1,60	1690(1)	1523(1)	1373(1)	1237(1)	1115(1)	668(2)	334(2)	167(2)
25	7,5	3,20	1344(1)	1212(1)	1092(1)	984(1)	794(2)	397(2)	199(2)	99(2)
50	3,0	0,05	2374(1)	2140(1)	1929(1)	1738(1)	1566(1)	1412(1)	899(2)	449(2)
50	3,0	0,10	1997(1)	1799(1)	1622(1)	1462(1)	1317(1)	1069(2)	534(2)	267(2)
50	3,0	0,20	1679(1)	1513(1)	1364(1)	1229(1)	1108(1)	635(2)	318(2)	159(2)
50	3,0	0,40	1335(1)	1203(1)	1084(1)	977(1)	756(2)	378(2)	189(2)	94(2)
50	3,0	0,80	1062(1)	957(1)	863(1)	777(1)	449(2)	225(2)	112(2)	56(2)
50	3,0	1,60	845(1)	761(1)	686(1)	534(2)	267(2)	134(2)	67(2)	33(2)
50	3,0	3,20	672(1)	606(1)	546(1)	318(2)	159(2)	79(2)	40(2)	—
50	5,0	0,05	2374(1)	2140(1)	1929(1)	1738(1)	1566(1)	1412(1)	1272(1)	749(2)
50	5,0	0,10	1997(1)	1799(1)	1622(1)	1462(1)	1317(1)	1187(1)	890(2)	445(2)
50	5,0	0,20	1679(1)	1513(1)	1364(1)	1229(1)	1108(1)	998(1)	529(2)	265(2)
50	5,0	0,40	1335(1)	1203(1)	1084(1)	977(1)	881(2)	630(2)	315(2)	157(2)
50	5,0	0,80	1062(1)	957(1)	863(1)	777(1)	701(1)	374(2)	187(2)	94(2)
50	5,0	1,60	845(1)	761(1)	686(1)	619(1)	445(2)	223(2)	111(2)	56(2)
50	5,0	3,20	672(1)	606(1)	546(1)	492(1)	265(2)	132(2)	66(2)	33(2)
50	7,5	0,05	2374(1)	2140(1)	1929(1)	1738(1)	1566(1)	1412(1)	1272(1)	1123(2)
50	7,5	0,10	1997(1)	1799(1)	1622(1)	1462(1)	1317(1)	1187(1)	1070(1)	668(2)
50	7,5	0,20	1679(1)	1513(1)	1364(1)	1229(1)	1108(1)	998(1)	794(2)	397(2)
50	7,5	0,40	1335(1)	1203(1)	1084(1)	977(1)	881(1)	794(1)	472(2)	236(2)
50	7,5	0,80	1062(1)	957(1)	863(1)	777(1)	701(1)	562(2)	281(2)	140(2)
50	7,5	1,60	845(1)	761(1)	686(1)	619(1)	557(1)	334(2)	167(2)	83(2)
50	7,5	3,20	672(1)	606(1)	546(1)	492(1)	397(2)	199(2)	99(2)	50(2)
100	3,0	0,05	1187(1)	1070(1)	964(1)	869(1)	783(1)	706(1)	449(2)	225(2)
100	3,0	0,10	998(1)	900(1)	811(1)	731(1)	659(1)	534(2)	267(2)	134(2)
100	3,0	0,20	839(1)	757(1)	682(1)	615(1)	554(1)	318(2)	159(2)	79(2)
100	3,0	0,40	668(1)	602(1)	542(1)	489(1)	378(2)	189(2)	94(2)	47(2)
100	3,0	0,80	531(1)	479(1)	431(1)	389(1)	225(2)	112(2)	56(2)	—
100	3,0	1,60	422(1)	381(1)	343(1)	267(2)	134(2)	67(2)	33(2)	—
100	3,0	3,20	336(1)	303(1)	273(1)	159(2)	79(2)	40(2)	—	—
100	5,0	0,05	1187(1)	1070(1)	964(1)	869(1)	783(1)	706(1)	636(1)	374(2)
100	5,0	0,10	998(1)	900(1)	811(1)	731(1)	659(1)	594(1)	445(2)	223(2)
100	5,0	0,20	839(1)	757(1)	682(1)	615(1)	554(1)	499(1)	265(2)	132(2)
100	5,0	0,40	668(1)	602(1)	542(1)	489(1)	440(1)	315(2)	157(2)	79(2)
100	5,0	0,80	531(1)	479(1)	431(1)	389(1)	350(1)	187(2)	94(2)	47(2)
100	5,0	1,60	422(1)	381(1)	343(1)	309(1)	223(2)	111(2)	56(2)	—
100	5,0	3,20	336(1)	303(1)	273(1)	246(1)	132(2)	66(2)	33(2)	—
100	7,5	0,05	1187(1)	1070(1)	964(1)	869(1)	783(1)	706(1)	636(1)	562(2)
100	7,5	0,10	998(1)	900(1)	811(1)	731(1)	659(1)	594(1)	535(1)	334(2)
100	7,5	0,20	839(1)	757(1)	682(1)	651(1)	554(1)	499(1)	397(2)	199(2)
100	7,5	0,40	668(1)	602(1)	542(1)	489(1)	440(1)	397(1)	236(2)	118(2)
100	7,5	0,80	531(1)	479(1)	431(1)	389(1)	350(1)	281(2)	140(2)	70(2)
100	7,5	1,60	422(1)	381(1)	343(1)	309(1)	279(1)	167(2)	83(2)	42(2)
100	7,5	3,20	336(1)	303(1)	273(1)	246(1)	199(2)	99(2)	50(2)	—
200	3,0	0,05	594(1)	535(1)	482(1)	435(1)	392(1)	353(1)	225(2)	112(2)
200	3,0	0,10	499(1)	450(1)	405(1)	365(1)	329(1)	267(2)	134(2)	67(2)
200	3,0	0,20	420(1)	378(1)	341(1)	307(1)	277(1)	159(2)	79(2)	40(2)
200	3,0	0,40	334(1)	301(1)	271(1)	244(1)	189(2)	94(2)	47(2)	—
200	3,0	0,80	266(1)	239(1)	216(1)	194(1)	112(2)	56(2)	—	—
200	3,0	1,60	211(1)	190(1)	172(1)	134(2)	67(2)	33(2)	—	—
200	3,0	3,20	168(1)	151(1)	136(1)	79(2)	40(2)	—	—	—
200	5,0	0,05	594(1)	535(1)	482(1)	435(1)	392(1)	353(1)	318(1)	187(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
200	5,0	0,10	499(1)	450(1)	405(1)	365(1)	329(1)	297(1)	223(2)	111(2)
200	5,0	0,20	420(1)	378(1)	341(1)	307(1)	277(1)	250(1)	132(2)	66(2)
200	5,0	0,40	334(1)	301(1)	271(1)	244(1)	220(1)	157(2)	79(2)	39(2)
200	5,0	0,80	266(1)	239(1)	216(1)	194(1)	175(1)	94(2)	47(2)	—
200	5,0	1,60	211(1)	190(1)	172(1)	155(1)	111(2)	56(2)	—	—
200	5,0	3,20	168(1)	151(1)	136(1)	123(1)	66(2)	33(2)	—	—
200	7,5	0,05	594(1)	535(1)	482(1)	435(1)	392(1)	353(1)	318(1)	281(2)
200	7,5	0,10	499(1)	450(1)	405(1)	365(1)	329(1)	297(1)	267(1)	167(2)
200	7,5	0,20	420(1)	378(1)	341(1)	307(1)	277(1)	250(1)	199(2)	99(2)
200	7,5	0,40	334(1)	301(1)	271(1)	244(1)	220(1)	198(1)	118(2)	59(2)
200	7,5	0,80	266(1)	239(1)	216(1)	194(1)	175(1)	140(2)	70(2)	35(2)
200	7,5	1,60	211(1)	190(1)	172(1)	155(1)	139(1)	83(2)	42(2)	—
200	7,5	3,20	168(1)	151(1)	136(1)	123(1)	99(2)	50(2)	—	—
400	7,5	0,05	297(1)	267(1)	241(1)	217(1)	196(1)	176(1)	159(1)	140(2)
400	7,5	0,10	250(1)	225(1)	203(1)	183(1)	165(1)	148(1)	134(1)	83(2)
400	7,5	0,20	210(1)	189(1)	170(1)	154(1	138(1)	125(1)	99(2)	50(2)
400	7,5	0,40	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	59(2)	—
400	7,5	0,80	133(1)	120(1)	108(1)	97(1)	88(1)	70(2)	35(2)	—
400	7,5	1,60	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	42(2)	—	—
400	7,5	3,20	84(1)	76(1)	68(1)	62(1)	50(2)	—	—	—
400	11,0	0,05	297(1)	267(1)	241(1)	217(1)	196(1)	176(1)	159(1)	143(1)
400	11,0	0,10	250(1)	225(1)	203(1)	183(1)	165(1)	148(1)	134(1)	121(1)
400	11,0	0,20	210(1)	189(1)	170(1)	154(1)	138(1)	125(1)	112(1)	73(2)
400	11,0	0,40	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	87(2)	43(2)
400	11,0	0,80	133(1)	120(1)	108(1)	97(1)	88(1)	79(1)	51(2)	—
400	11,0	1,60	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	61(2)	31(2)	—
400	11,0	3,20	84(1)	76(1)	68(1)	62(1)	55(1)	36(2)	—	—
400	16,0	0,05	297(1)	267(1)	241(1)	217(1)	196(1)	176(1)	159(1)	143(1)
400	16,0	0,10	250(1)	225(1)	203(1)	183(1)	165(1)	148(1)	134(1)	121(1)
400	16,0	0,20	210(1)	189(1)	170(1)	154(1)	138(1)	125(1)	112(1)	101(1)
400	16,0	0,40	167(1)	150(1)	136(1)	122(1)	110(1)	99(1)	89(1)	63(2)
400	16,0	0,80	133(1)	120(1)	108(1)	97(1)	88(1)	79(1)	71(1)	37(2)
400	16,0	1,60	106(1)	95(1)	86(1)	77(1)	70(1)	63(1)	45(2)	—
400	16,0	3,20	84(1)	76(1)	68(1)	62(1)	55(1)	50(1)	—	—
800	16,0	0,05	148(1)	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	88(1)	80(1)	72(1)
800	16,0	0,10	125(1)	112(1)	101(1)	91(1)	82(1)	74(1)	67(1)	60(1)
800	16,0	0,20	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	69(1)	62(1)	56(1)	51(1)
800	16,0	0,40	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	31(2)
800	16,0	0,80	66(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	39(1)	36(1)	19(2)
800	16,0	1,60	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	22(2)	—
800	16,0	3,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	13(2)	—
800	23,0	0,05	148(1)	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	88(1)	80(1)	72(1)
800	23,0	0,10	125(1)	112(1)	101(1)	91(1)	82(1)	74(1)	67(1)	60(1)
800	23,0	0,20	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	69(1)	62(1)	56(1)	51(1)
800	23,0	0,40	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	40(1)
800	23,0	0,80	66(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	39(1)	36(1)	27(2)
800	23,0	1,60	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	28(1)	16(2)
800	23,0	3,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	19(2)	—
800	32,0	0,05	148(1)	134(1)	121(1)	109(1)	98(1)	88(1)	80(1)	72(1)
800	32,0	0,10	125(1)	112(1)	101(1)	91(1)	82(1)	74(1)	67(1)	60(1)
800	32,0	0,20	105(1)	95(1)	85(1)	77(1)	69(1)	62(1)	56(1)	51(1)
800	32,0	0,40	83(1)	75(1)	68(1)	61(1)	55(1)	50(1)	45(1)	40(1)
800	32,0	0,80	66(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	39(1)	36(1)	32(1)
800	32,0	1,60	53(1)	48(1)	43(1)	39(1)	35(1)	31(1)	28(1)	22(2)
800	32,0	3,20	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	13(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1600	32,0	0,05	74(1)	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	36(1)
1600	32,0	0,10	62(1)	56(1)	51(1)	46(1)	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)
1600	32,0	0,20	52(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	31(1)	28(1)	25(1)
1600	32,0	0,40	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)
1600	32,0	0,80	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	32,0	1,60	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	11(2)
1600	32,0	3,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	7(2)
1600	45,0	0,05	74(1)	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	36(1)
1600	45,0	0,10	62(1)	56(1)	51(1)	46(1)	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)
1600	45,0	0,20	52(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	31(1)	28(1)	25(1)
1600	45,0	0,40	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)
1600	45,0	0,80	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	45,0	1,60	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
1600	45,0	3,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	9(2)
1600	60,0	0,05	74(1)	67(1)	60(1)	54(1)	49(1)	44(1)	40(1)	36(1)
1600	60,0	0,10	62(1)	56(1)	51(1)	46(1)	41(1)	37(1)	33(1)	30(1)
1600	60,0	0,20	52(1)	47(1)	43(1)	38(1)	35(1)	31(1)	28(1)	25(1)
1600	60,0	0,40	42(1)	38(1)	34(1)	31(1)	28(1)	25(1)	22(1)	20(1)
1600	60,0	0,80	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)	16(1)
1600	60,0	1,60	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
1600	60,0	3,20	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	32,0	0,05	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)
3200	32,0	0,10	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
3200	32,0	0,20	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	32,0	0,40	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	32,0	0,80	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	32,0	1,60	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(2)
3200	32,0	3,20	11(1)	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	3(2)
3200	45,0	0,05	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)
3200	45,0	0,10	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
3200	45,0	0,20	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	45,0	0,40	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	45,0	0,80	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	45,0	1,60	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	45,0	3,20	11(1)	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(2)
3200	60,0	0,05	37(1)	33(1)	30(1)	27(1)	24(1)	22(1)	20(1)	18(1)
3200	60,0	0,10	31(1)	28(1)	25(1)	23(1)	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)
3200	60,0	0,20	26(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	16(1)	14(1)	13(1)
3200	60,0	0,40	21(1)	19(1)	17(1)	15(1)	14(1)	12(1)	11(1)	10(1)
3200	60,0	0,80	17(1)	15(1)	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	60,0	1,60	13(1)	12(1)	11(1)	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)
3200	60,0	3,20	11(1)	9(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	6(1)	5(1)

Material: aliaj de aluminiu *HB* = 75; tăiș: *CM*

25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1791(2)	895(2)	448(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2129(2)	1065(2)	532(2)	266(2)
25	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)
25	3,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1506(2)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)
25	3,0	0,80	2500(3)	2500(3)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)
25	3,0	1,60	2500(3)	2129(2)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)
25	3,0	3,20	2500(3)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1492(2)	746(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1775(2)	887(2)	444(2)
25	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2110(2)	1055(2)	528(2)	264(2)
25	5,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1255(2)	627(2)	314(2)	157(2)

Tabelul 5.04 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	5,0	0,80	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1492(2)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)
25	5,0	1,60	2500(3)	2500(3)	1775(2)	887(2)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)
25	5,0	3,20	2500(3)	2110(2)	1055(2)	528(2)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2238(2)	1119(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1331(2)	665(2)
25	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1583(2)	791(2)	396(2)
25	7,5	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1882(2)	941(2)	471(2)	235(2)
25	7,5	0,80	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2238(2)	1119(2)	560(2)	280(2)	140(2)
25	7,5	1,60	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1331(2)	665(2)	333(2)	166(2)	83(2)
25	7,5	3,20	2500(3)	2500(3)	1583(2)	791(2)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)
50	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)
50	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2129(2)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)
50	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)
50	3,0	0,40	2500(3)	2500(3)	1506(2)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)	47(2)
50	3,0	0,80	2500(3)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)	—
50	3,0	1,60	2129(2)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)	—
50	3,0	3,20	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—	—
50	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1492(2)	746(2)	373(2)
50	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1775(2)	887(2)	444(2)	222(2)
50	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2110(2)	1055(2)	528(2)	264(2)	133(2)
50	5,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1255(2)	627(2)	314(2)	157(2)	78(2)
50	5,0	0,80	2500(3)	2500(3)	1492(2)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)	47(2)
50	5,0	1,60	2243(1)	1775(2)	887(2)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)	—
50	5,0	3,20	1760(1)	1055(2)	528(2)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)	—
50	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2238(2)	1119(2)	560(2)
50	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1331(2)	665(2)	333(2)
50	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1583(2)	791(2)	396(2)	198(2)
50	7,5	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1882(2)	941(2)	471(2)	235(2)	118(2)
50	7,5	0,80	2500(3)	2500(3)	2228(1)	1119(2)	560(2)	280(2)	140(2)	70(2)
50	7,5	1,60	2243(1)	1980(1)	1331(2)	665(2)	333(2)	166(2)	83(2)	42(2)
50	7,5	3,20	1760(1)	1554(1)	791(2)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)	—
100	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2252(1)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)
100	3,0	0,10	2500(3)	2221(1)	1961(1)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)
100	3,0	0,20	2191(1)	1934(1)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)
100	3,0	0,40	1907(1)	1506(2)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)	47(2)	—
100	3,0	0,80	1430(1)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)	—	—
100	3,0	1,60	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)	—	—
100	3,0	3,20	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—	—	—
100	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2252(1)	1988(1)	1492(2)	746(2)	373(3)	187(2)
100	5,0	0,10	2500(3)	2221(1)	1961(1)	1731(1)	887(2)	444(2)	222(2)	111(2)
100	5,0	0,20	2191(1)	1934(1)	1707(1)	1055(2)	528(2)	264(2)	132(2)	66(2)
100	5,0	0,40	1907(1)	1683(1)	1255(2)	627(2)	314(2)	157(2)	78(2)	39(2)
100	5,0	0,80	1430(1)	1262(2)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)	47(2)	—
100	5,0	1,60	1122(1)	887(2)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)	—	—
100	5,0	3,20	880(1)	528(2)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)	—	—
100	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2252(1)	1988(1)	1755(1)	1119(2)	560(2)	280(2)
100	7,5	0,10	2500(3)	2221(1)	1961(1)	1731(1)	1331(2)	665(2)	333(2)	166(2)
100	7,5	0,20	2191(1)	1934(1)	1707(1)	1507(1)	791(2)	396(2)	198(2)	99(2)
100	7,5	0,40	1907(1)	1683(1)	1486(1)	941(2)	471(2)	235(2)	118(2)	59(2)
100	7,5	0,80	1430(1)	1262(1)	1114(1)	560(2)	280(2)	140(2)	70(2)	35(2)
100	7,5	1,60	1122(1)	990(1)	665(2)	333(2)	166(2)	83(2)	42(2)	—
100	7,5	3,20	880(1)	777(1)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)	—	—
200	3,0	0,05	1445(1)	1276(1)	1126(1)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)
200	3,0	0,10	1258(1)	1111(1)	980(1)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)
200	3,0	0,20	1095(1)	967(1)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
200	3,0	0,40	954(1)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)	47(2)	—	—
200	3,0	0,80	715(1)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)	—	—	—
200	3,0	1,60	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)	—	—	—
200	3,0	3,20	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—	—	—	—
200	5,0	0,05	1445(1)	1276(1)	1126(1)	994(1)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)
200	5,0	0,10	1258(1)	1111(1)	980(1)	865(1)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)
200	5,0	0,20	1095(1)	967(1)	853(1)	628(2)	264(2)	132(2)	(66)2	33(2)
200	5,0	0,40	954(1)	842(1)	627(2)	314(2)	157(2)	78(2)	39(2)	—
200	5,0	0,80	715(1)	631(1)	373(2)	187(2)	93(2)	47(2)	—	—
200	5,0	1,60	561(1)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)	—	—	—
200	5,0	3,20	440(1)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)	—	—	—
200	7,5	0,05	1445(1)	1276(1)	1126(1)	994(1)	877(1)	560(2)	280(2)	140(2)
200	7,5	0,10	1258(1)	1111(1)	980(1)	865(1)	665(2)	333(2)	166(2)	83(2)
200	7,5	0,20	1095(1)	967(1)	853(1)	753(1)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)
200	7,5	0,40	954(1)	842(1)	743(1)	471(2)	235(2)	118(2)	59(2)	—
200	7,5	0,80	715(1)	631(1)	557(1)	280(2)	140(2)	70(2)	35(2)	—
200	7,5	1,60	561(1)	495(1)	333(2)	166(2)	83(2)	42(2)	—	—
200	7,5	3,20	440(1)	388(1)	198(2)	99(2)	49(2)	—	—	—
400	7,5	0,05	723(1)	638(1)	563(1)	497(1)	439(1)	280(2)	140(2)	70(2)
400	7,5	0,10	629(1)	555(1)	490(1)	433(1)	333(2)	166(2)	83(2)	42(2)
400	7,5	0,20	548(1)	483(1)	427(1)	377(1)	198(2)	99(2)	49(2)	—
400	7,5	0,40	477(1)	421(1)	371(1)	235(2)	118(2)	59(2)	—	—
400	7,5	0,80	357(1)	315(1)	278(1)	140(2)	70(2)	35(2)	—	—
400	7,5	1,60	280(1)	248(1)	166(2)	83(2)	42(2)	—	—	—
400	7,5	3,20	220(1)	194(1)	99(2)	49(2)	—	—	—	—
400	11,0	0,05	723(1)	638(1)	563(1)	497(1)	439(1)	387(1)	205(2)	103(2)
400	11,0	0,10	629(1)	555(1)	490(1)	433(1)	382(1)	244(2)	122(2)	61(2)
400	11,0	0,20	548(1)	483(1)	427(1)	377(1)	290(2)	145(2)	73(2)	36(2)
400	11,0	0,40	477(1)	421(1)	371(1)	328(1)	173(2)	86(2)	43(2)	—
400	11,0	0,80	357(1)	315(1)	278(1)	205(2)	103(2)	51(2)	—	—
400	11,0	1,60	280(1)	248(1)	218(1)	122(2)	61(2)	31(2)	—	—
400	11,0	3,20	220(1)	194(1)	145(2)	73(2)	36(2)	—	—	—
400	16,0	0,05	723(1)	638(1)	563(1)	497(1)	439(1)	387(1)	298(2)	149(2)
400	16,0	0,10	629(1)	555(1)	490(1)	433(1)	382(1)	337(1)	177(2)	89(2)
400	16,0	0,20	548(1)	483(1)	427(1)	377(1)	332(1)	211(2)	106(2)	53(2)
400	16,0	0,40	477(1)	421(1)	371(1)	328(1)	251(2)	125(2)	63(2)	31(2)
400	16,0	0,80	357(1)	315(1)	278(1)	246(1)	149(2)	75(2)	37(2)	—
400	16,0	1,60	280(1)	248(1)	218(1)	177(2)	89(2)	44(2)	—	—
400	16,0	3,20	220(1)	194(1)	171(1)	106(2)	53(2)	—	—	—
800	16,0	0,05	361(1)	319(1)	282(1)	248(1)	219(1)	194(1)	149(2)	75(2)
800	16,0	0,10	315(1)	278(1)	245(1)	216(1)	191(1)	169(1)	89(2)	44(2)
800	16,0	0,20	274(1)	242(1)	213(1)	188(1)	166(1)	106(2)	53(2)	26(2)
800	16,0	0,40	238(1)	210(1)	186(1)	164(1)	125(2)	63(2)	31(2)	16(2)
800	16,0	0,80	179(1)	158(1)	139(1)	123(1)	75(2)	37(2)	19(2)	—
800	16,0	1,60	140(1)	124(1)	109(1)	89(2)	44(2)	22(2)	—	—
800	16,0	3,20	110(1)	97(1)	86(1)	53(2)	26(2)	13(2)	—	—
800	23,0	0,05	361(1)	319(1)	282(1)	248(1)	219(1)	194(1)	171(1)	107(2)
800	23,0	0,10	315(1)	278(1)	245(1)	216(1)	191(1)	169(1)	128(2)	64(2)
800	23,0	0,20	274(1)	242(1)	213(1)	188(1)	166(1)	147(1)	76(2)	38(2)
800	23,0	0,40	238(1)	210(1)	186(1)	164(1)	145(1)	90(2)	45(2)	23(2)
800	23,0	0,80	179(1)	158(1)	139(1)	123(1)	107(2)	54(2)	27(2)	13(2)
800	23,0	1,60	140(1)	124(1)	109(1)	96(1)	64(2)	32(2)	16(2)	—
800	23,0	3,20	110(1)	97(1)	86(1)	76(1)	38(2)	19(2)	—	—
800	32,0	0,05	361(1)	319(1)	282(1)	248(1)	219(1)	194(1)	171(1)	149(2
800	32,0	0,10	315(1)	278(1)	245(1)	216(1)	191(1)	169(1)	149(1)	89(2

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
800	32,0	0,20	274(1)	242(1)	213(1)	188(1)	166(1)	147(1)	106(2)	53(2)
800	32,0	0,40	238(1)	210(1)	186(1)	164(1)	145(1)	125(2)	63(2)	31(2)
800	32,0	0,80	179(1)	158(1)	139(1)	123(1)	108(1)	75(2)	37(2)	19(2)
800	32,0	1,60	140(1)	124(1)	109(1)	96(1)	85(1)	44(2)	22(2)	—
800	32,0	3,20	110(1)	97(1)	86(1)	76(1)	53(2)	26(2)	13(2)	—
1600	32,0	0,05	181(1)	159(1)	141(1)	124(1)	110(1)	97(1)	85(1)	75(2)
1600	32,0	0,10	157(1)	139(1)	123(1)	108(1)	95(1)	84(1)	74(1)	44(2)
1600	32,0	0,20	137(1)	121(1)	107(1)	94(1)	83(1)	73(1)	53(2)	26(2)
1600	32,0	0,40	119(1)	105(1)	93(1)	82(1)	72(1)	63(2)	31(2)	16(2)
1600	32,0	0,80	89(1)	79(1)	70(1)	61(1)	54(1)	37(2)	19(2)	9(2)
1600	32,0	1,60	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	22(2)	11(2)	6(2)
1600	32,0	3,20	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)	26(2)	13(2)	7(2)	3(2)
1600	45,0	0,05	181(1)	159(1)	141(1)	124(1)	110(1)	97(1)	85(1)	75(1)
1600	45,0	0,10	157(1)	139(1)	123(1)	108(1)	95(1)	84(1)	74(1)	62(2)
1600	45,0	0,20	137(1)	121(1)	107(1)	94(1)	83(1)	73(1)	65(1)	37(2)
1600	45,0	0,40	119(1)	105(1)	93(1)	82(1)	72(1)	64(1)	44(2)	22(2)
1600	45,0	0,80	89(1)	79(1)	70(1)	61(1)	54(1)	48(1)	26(2)	13(2)
1600	45,0	1,60	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	31(2)	16(2)	8(2)
1600	45,0	3,20	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)	33(1)	19(2)	9(2)	5(2)
1600	60,0	0,05	181(1)	159(1)	141(1)	124(1)	110(1)	97(1)	85(1)	75(1)
1600	60,0	0,10	157(1)	139(1)	123(1)	108(1)	95(1)	84(1)	74(1)	66(1)
1600	60,0	0,20	137(1)	121(1)	107(1)	94(1)	83(1)	73(1)	65(1)	49(2)
1600	60,0	0,40	119(1)	105(1)	93(1)	82(1)	72(1)	64(1)	56(1)	29(2)
1600	60,0	0,80	89(1)	79(1)	70(1)	61(1)	54(1)	48(1)	35(2)	17(2)
1600	60,0	1,60	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	38(1)	21(2)	10(2)
1600	60,0	3,20	55(1)	49(1)	43(1)	38(1)	33(1)	25(2)	12(2)	6(2)
3200	32,0	0,05	90(1)	80(1)	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	37(2)
3200	32,0	0,10	79(1)	69(1)	61(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	22(2)
3200	32,0	0,20	68(1)	60(1)	53(1)	47(1)	42(1)	37(1)	26(2)	13(2)
3200	32,0	0,40	60(1)	53(1)	46(1)	41(1)	36(1)	31(2)	16(2)	8(2)
3200	32,0	0,80	45(1)	39(1)	35(1)	31(1)	27(1)	19(2)	9(2)	5(2)
3200	32,0	1,60	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	11(2)	6(2)	—
3200	32,0	3,20	28(1)	24(1)	21(1)	19(1)	13(2)	7(2)	3(2)	—
3200	45,0	0,05	90(1)	80(1)	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	38(1)
3200	45,0	0,10	79(1)	69(1)	61(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	31(2)
3200	45,0	0,20	68(1)	60(1)	53(1)	47(1)	42(1)	37(1)	32(1)	19(2)
3200	45,0	0,40	60(1)	53(1)	46(1)	41(1)	36(1)	32(1)	22(2)	11(2)
3200	45,0	0,80	45(1)	39(1)	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	13(2)	7(2)
3200	45,0	1,60	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	16(2)	8(2)	4(2)
3200	45,0	3,20	28(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	9(2)	5(2)	—
3200	60,0	0,05	90(1)	80(1)	70(1)	62(1)	55(1)	48(1)	43(1)	38(1)
3200	60,0	0,10	79(1)	69(1)	61(1)	54(1)	48(1)	42(1)	37(1)	33(1)
3200	60,0	0,20	68(1)	60(1)	53(1)	47(1)	42(1)	37(1)	32(1)	25(2)
3200	60,0	0,40	60(1)	53(1)	46(1)	41(1)	36(1)	32(1)	28(1)	15(2)
3200	60,0	0,80	45(1)	39(1)	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	17(2)	9(2)
3200	60,0	1,60	35(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	19(1)	10(2)	5(2)
3200	60,0	3,20	28(1)	24(1)	21(1)	19(1)	17(1)	12(2)	6(2)	3(2)
Material: aliaj de aluminiu *HB* = 75; tăiș: *OR*										
25	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1791(2)	895(2)	448(2)
25	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2129(2)	1065(2)	532(2)	266(2)
25	3,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)
25	3,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1506(2)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)
25	3,0	0,80	2500(3)	2338(1)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	3,0	1,60	1899(1)	1653(1)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)
25	3,0	3,20	1343(1)	1169(1)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—
25	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1492(2)	746(2)
25	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1775(2)	887(2)	444(2)
25	5,0	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2110(2)	1055(2)	528(2)	264(2)
25	5,0	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1255(2)	627(2)	314(2)	157(2)
25	5,0	0,80	2500(3)	2338(1)	2035(1)	1492(2)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)
25	5,0	1,60	1899(1)	1653(1)	1439(1)	887(2)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)
25	5,0	3,20	1343(1)	1169(1)	1018(1)	528(1)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)
25	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2238(2)	1119(2)
25	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1331(2)	665(2)
25	7,5	0,20	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1583(2)	791(2)	396(2)
25	7,5	0,40	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2500(3)	1882(2)	941(2)	471(2)	235(2)
25	7,5	0,80	2500(3)	2338(1)	2035(1)	1772(1)	1119(2)	560(2)	280(2)	140(2)
25	7,5	1,60	1899(1)	1653(1)	1439(1)	1253(1)	665(2)	333(2)	166(2)	83(2)
25	7,5	3,20	1343(1)	1169(1)	1018(1)	791(2)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)
50	3,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2367(1)	1791(2)	895(2)	448(2)	224(2)
50	3,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2286(1)	1990(1)	1065(2)	532(2)	266(2)	133(2)
50	3,0	0,20	2500(3)	2208(1)	1922(1)	1266(2)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)
50	3,0	0,40	1899(1)	1653(1)	1439(1)	753(2)	376(2)	188(2)	94(2)	47(2)
50	3,0	0,80	1343(1)	1169(1)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)	—
50	3,0	1,60	950(1)	827(1)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)	—
50	3,0	3,20	671(1)	584(1)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—	—
50	5,0	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2367(1)	2060(1)	1492(2)	746(2)	373(2)
50	5,0	0,10	2500(3)	2500(3)	2286(1)	1990(1)	1732(1)	887(2)	444(2)	222(2)
50	5,0	0,20	2500(3)	2208(1)	1922(1)	1673(1)	1055(2)	528(2)	264(2)	132(2)
50	5,0	0,40	1899(1)	1653(1)	1439(1)	1253(1)	627(2)	314(2)	157(2)	78(2)
50	5,0	0,80	1343(1)	1169(1)	1018(1)	746(2)	373(2)	187(2)	93(2)	47(2)
50	5,0	1,60	950(1)	827(1)	720(1)	444(2)	222(2)	111(2)	55(2)	—
50	5,0	3,20	671(1)	584(1)	509(1)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)	—
50	7,5	0,05	2500(3)	2500(3)	2500(3)	2367(1)	2060(1)	1794(1)	1119(2)	560(2)
50	7,5	0,10	2500(3)	2500(3)	2286(1)	1990(1)	1732(1)	1331(2)	665(2)	333(2)
50	7,5	0,20	2500(3)	2208(1)	1922(1)	1673(1)	1457(1)	791(2)	396(2)	198(2)
50	7,5	0,40	1899(1)	1653(1)	1439(1)	1253(1)	941(2)	471(2)	235(2)	118(2)
50	7,5	0,80	1343(1)	1169(1)	1018(1)	886(1)	560(2)	280(2)	140(2)	70(2)
50	7,5	1,60	950(1)	827(1)	720(1)	626(1)	333(2)	166(2)	83(2)	42(2)
50	7,5	3,20	671(1)	584(1)	509(1)	396(2)	198(2)	99(2)	49(2)	—
100	3,0	0,05	1794(1)	1561(1)	1359(1)	1183(1)	895(2)	448(2)	224(2)	112(2)
100	3,0	0,10	1508(1)	1313(1)	1143(1)	995(1)	532(2)	266(2)	133(2)	67(2)
100	3,0	0,20	1268(1)	1104(1)	961(1)	633(2)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)
100	3,0	0,40	950(1)	827(1)	720(1)	376(2)	188(2)	94(2)	47(2)	—
100	3,0	0,80	671(1)	584(1)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)	—	—
100	3,0	1,60	475(1)	413(1)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)	—	—
100	3,0	3,20	336(1)	292(1)	158(2)	79(2)	40(2)	—	—	—
100	5,0	0,05	1794(1)	1561(1)	1359(1)	1183(1)	1030(1)	746(2)	373(2)	187(2)
100	5,0	0,10	1508(1)	1313(1)	1143(1)	995(1)	866(1)	444(2)	222(2)	111(2)
100	5,0	0,20	1268(1)	1104(1)	961(1)	837(1)	528(2)	264(2)	132(2)	66(2)
100	5,0	0,40	950(1)	827(1)	720(1)	626(1)	314(2)	157(2)	78(2)	39(2)
100	5,0	0,80	671(1)	584(1)	509(1)	373(2)	187(2)	93(2)	47(2)	—
100	5,0	1,60	475(1)	413(1)	360(1)	222(2)	111(2)	55(2)	—	—
100	5,0	3,20	336(1)	292(1)	254(1)	132(2)	66(2)	33(2)	—	—
100	7,5	0,05	1794(1)	1561(1)	1359(1)	1183(1)	1030(1)	897(1)	560(2)	280(2)
100	7,5	0,10	1508(1)	1313(1)	1143(1)	995(1)	866(1)	665(2)	333(2)	166(2)
100	7,5	0,20	1268(1)	1104(1)	961(1)	837(1)	728(1)	396(2)	198(2)	99(2)
100	7,5	0,40	950(1)	827(1)	720(1)	626(1)	471(2)	235(2)	118(2)	59(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100	7,5	0,80	671(1)	584(1)	509(1)	443(1)	280(2)	140(2)	70(2)	35(2)
100	7,5	1,60	475(1)	413(1)	360(1)	313(1)	166(2)	83(2)	42(2)	—
100	7,5	3,20	336(1)	292(1)	254(1)	198(2)	99(2)	49(2)	—	—
200	3,0	0,05	897(1)	781(1)	680(1)	592(1)	448(2)	224(2)	112(2)	56(2)
200	3,0	0,10	754(1)	656(1)	571(1)	498(1)	266(2)	133(2)	67(2)	33(2)
200	3,0	0,20	634(1)	552(1)	481(1)	317(2)	158(2)	79(2)	40(2)	—
200	3,0	0,40	475(1)	413(1)	360(1)	188(2)	94(2)	47(2)	—	—
200	3,0	0,80	336(1)	292(1)	224(2)	112(2)	56(2)	—	—	—
200	3,0	1,60	237(1)	207(1)	133(2)	67(2)	33(2)	—	—	—
200	3,0	3,20	168(1)	146(1)	79(2)	40(2)	—	—	—	—
200	5,0	0,05	897(1)	781(1)	680(1)	592(1)	515(1)	373(2)	187(2)	93(2)
200	5,0	0,10	754(1)	656(1)	571(1)	498(1)	433(1)	222(2)	111(2)	55(2)
200	5,0	0,20	634(1)	552(1)	481(1)	418(1)	264(2)	132(2)	66(2)	33(2)
200	5,0	0,40	475(1)	413(1)	360(1)	313(1)	157(2)	78(2)	39(2)	—
200	5,0	0,80	336(1)	292(1)	254(1)	187(2)	93(2)	47(2)	—	—
200	5,0	1,60	237(1)	207(1)	180(1)	111(2)	55(2)	—	—	—
200	5,0	3,20	168(1)	146(1)	127(1)	66(2)	33(2)	—	—	—
200	7,5	0,05	897(1)	781(1)	680(1)	592(1)	515(1)	448(1)	280(2)	140(2)
200	7,5	0,10	754(1)	656(1)	571(1)	498(1)	433(1)	333(2)	166(2)	83(2)
200	7,5	0,20	634(1)	552(1)	481(1)	418(1)	364(1)	198(2)	99(2)	49(2)
200	7,5	0,40	475(1)	413(1)	360(1)	313(1)	235(2)	118(2)	59(2)	—
200	7,5	0,80	336(1)	292(1)	254(1)	221(1)	140(2)	70(2)	35(2)	—
200	7,5	1,60	237(1)	207(1)	180(1)	157(1)	83(2)	42(2)	—	—
200	7,5	3,20	168(1)	146(1)	127(1)	99(2)	49(2)	—	—	—
400	7,5	0,05	448(1)	390(1)	340(1)	296(1)	258(1)	224(1)	140(2)	70(2)
400	7,5	0,10	337(1)	328(1)	286(1)	249(1)	217(1)	166(2)	83(2)	42(2)
400	7,5	0,20	317(1)	276(1)	240(1)	209(1)	182(1)	99(2)	49(2)	—
400	7,5	0,40	237(1)	207(1)	180(1)	157(1)	118(2)	59(2)	—	—
400	7,5	0,80	168(1)	146(1)	127(1)	111(1)	70(2)	35(2)	—	—
400	7.5	1,60	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	42(2)	—	—	—
400	7,5	3,20	84(1)	73(1)	64(1)	49(2)	—	—	—	—
400	11,0	0,05	448(1)	390(1)	340(1)	296(1)	258(1)	224(1)	195(1)	103(2)
400	11,0	0,10	337(1)	328(1)	286(1)	249(1)	217(1)	189(1)	122(2)	61(2)
400	11,0	0,20	317(1)	276(1)	240(1)	209(1)	182(1)	145(2)	73(2)	36(2)
400	11,0	0,40	237(1)	207(1)	180(1)	157(1)	136(1)	86(2)	43(2)	—
400	11,0	0,80	168(1)	146(1)	127(1)	111(1)	96(1)	51(2)	—	—
400	11,0	1,60	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	61(2)	31(2)	—	—
400	11,0	3,20	84(1)	73(1)	64(1)	55(1)	36(2)	—	—	—
400	16,0	0,05	448(1)	390(1)	340(1)	296(1)	258(1)	224(1)	195(1)	149(2)
400	16,0	0,10	377(1)	328(1)	286(1)	249(1)	217(1)	189(1)	164(1)	89(2)
400	16,0	0,20	317(1)	276(1)	240(1)	209(1)	182(1)	159(1)	106(2)	53(2)
400	16,0	0,40	237(1)	207(1)	180(1)	157(1)	136(1)	119(1)	63(2)	31(2)
400	16,0	0,80	168(1)	146(1)	127(1)	111(1)	96(1)	75(2)	37(2)	—
400	16,0	1,60	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	68(1)	44(2)	—	—
400	16,0	3,20	84(1)	73(1)	64(1)	55(1)	48(1)	—	—	—
800	16,0	0,05	224(1)	195(1)	170(1)	148(1)	129(1)	112(1)	98(1)	75(2)
800	16,0	0,10	189(1)	164(1)	143(1)	124(1)	108(1)	94(1)	82(1)	44(2)
800	16,0	0,20	159(1)	138(1)	120(1)	105(1)	91(1)	79(1)	53(2)	26(2)
800	16,0	0,40	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	68(1)	59(1)	31(2)	16(2)
800	16,0	0,80	84(1)	73(1)	64(1)	55(1)	48(1)	37(2)	19(2)	—
800	16,0	1,60	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	22(2)	—	—
800	16,0	3,20	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	13(2)	—	—
800	23,0	0,05	224(1)	195(1)	170(1)	148(1)	129(1)	112(1)	98(1)	85(1)
800	23,0	0,10	189(1)	164(1)	143(1)	124(1)	108(1)	94(1)	82(1)	64(2)
800	23,0	0,20	159(1)	138(1)	120(1)	105(1)	91(1)	79(1)	69(1)	38(2)

Tabelul 5.64 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
800	23,0	0,40	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	68(1)	59(1)	45(2)	23(2)
800	23,0	0,80	84(1)	73(1)	64(1)	55(1)	48(1)	42(1)	27(2)	13(2)
800	23,0	1,60	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	30(1)	16(2)	—
800	23,0	3,20	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	19(2)	—	—
800	32,0	0,05	224(1)	195(1)	170(1)	148(1)	129(1)	112(1)	98(1)	85(1)
800	32,0	0,10	189(1)	164(1)	143(1)	124(1)	108(1)	94(1)	82(1)	71(1)
800	32,0	0,20	159(1)	138(1)	120(1)	105(1)	91(1)	79(1)	69(1)	53(2)
800	32,0	0,40	119(1)	103(1)	90(1)	78(1)	68(1)	59(1)	52(1)	31(2)
800	32,0	0,80	84(1)	73(1)	64(1)	55(1)	48(1)	42(1)	37(1)	19(2)
800	32,0	1,60	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	30(1)	22(2)	—
800	32,0	3,20	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)	13(2)	—
1600	32,0	0,05	112(1)	98(1)	85(1)	74(1)	64(1)	56(1)	49(1)	42(1)
1600	32,0	0,10	94(1)	82(1)	71(1)	62(1)	54(1)	47(1)	41(1)	36(1)
1600	32,0	0,20	79(1)	69(1)	60(1)	52(1)	46(1)	40(1)	35(1)	26(2)
1600	32,0	0,40	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	30(1)	26(1)	16(2)
1660	32,0	0,80	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)	18(1)	9(2)
1600	32,0	1,60	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	11(2)	6(2)
1600	32,0	3,20	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	7(2)	3(2)
1600	45,0	0,05	112(1)	98(1)	85(1)	74(1)	64(1)	56(1)	49(1)	42(1)
1600	45,0	0,10	94(1)	82(1)	71(1)	62(1)	54(1)	47(1)	41(1)	36(1)
1600	45,0	0,20	79(1)	69(1)	60(1)	52(1)	46(1)	40(1)	35(1)	30(1)
1600	45,0	0,40	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	30(1)	26(1)	22(2)
1600	45,0	0,80	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)	18(1)	13(2)
1600	45,0	1,60	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	13(1)	8(2)
1600	45,0	3,20	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	5(2)
1600	60,0	0,05	112(1)	98(1)	85(1)	74(1)	64(1)	56(1)	49(1)	42(1)
1600	60,0	0,10	94(1)	82(1)	71(1)	62(1)	54(1)	47(1)	41(1)	36(1)
1600	60,0	0,20	79(1)	69(1)	60(1)	52(1)	46(1)	40(1)	35(1)	30(1)
1600	60,0	0,40	59(1)	52(1)	45(1)	39(1)	34(1)	30(1)	26(1)	22(1)
1600	60,0	0,80	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)	18(1)	16(1)
1600	60,0	1,60	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	13(1)	10(2)
1600	60,0	3,20	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	6(2)
3200	32,0	0,05	56(1)	49(1)	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)
3200	32,0	0,10	47(1)	41(1)	36(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)
3200	32,0	0,20	40(1)	35(1)	30(1)	26(1)	23(1)	20(1)	17(1)	13(2)
3200	32,0	0,40	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	13(1)	8(2)
3200	32,0	0,80	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	5(2)
3200	32,0	1,60	15(1)	13(1)	11(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(2)	—
3200	32,0	3,20	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	3(2)	—
3200	45,0	0,05	56(1)	49(1)	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)
3200	45,0	0,10	47(1)	41(1)	36(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)
3200	45,0	0,20	40(1)	35(1)	30(1)	26(1)	23(1)	20(1)	17(1)	15(1)
3200	45,0	0,40	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	13(1)	11(2)
3200	45,0	0,80	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	7(2)
3200	45,0	1,60	15(1)	13(1)	11(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	4(2)
3200	45,0	3,20	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	—
3200	60,0	0,05	56(1)	49(1)	42(1)	37(1)	32(1)	28(1)	24(1)	21(1)
3200	60,0	0,10	47(1)	41(1)	36(1)	31(1)	27(1)	24(1)	21(1)	18(1)
3200	60,0	0,20	40(1)	35(1)	30(1)	26(1)	23(1)	20(1)	17(1)	15(1)
3200	60,0	0,40	30(1)	26(1)	22(1)	20(1)	17(1)	15(1)	13(1)	11(1)
3200	60,0	0,80	21(1)	18(1)	16(1)	14(1)	12(1)	10(1)	9(1)	8(1)
3200	60,0	1,60	15(1)	13(1)	11(1)	10(1)	9(1)	7(1)	6(1)	5(2)
3200	60,0	3,20	10(1)	9(1)	8(1)	7(1)	6(1)	5(1)	5(1)	3(2)

5.3. Normarea timpului de pregătire-încheiere la strunjire

Lucrările de pregătire-încheiere pentru operaţiile de strunjire, sînt clasificate în două grupe.

a. **Pregătirea curentă a lucrării,** cu conţinut comun pentru cele 4 grupe de strunguri — paralel, frontal, revolver, carusel, astfel:

— primirea sarcinii de producţie;
— studierea documentaţiei tehnice (desene, fişă tehnologică sau plan de operaţii);
— pregătirea sculelor şi aparatelor de măsură, montarea şi demontarea sculelor;
— poziţionarea limitatorilor şi camelor pentru asigurarea dimensiunilor de prelucrare;
— reglarea maşinii prin stabilirea regimului de lucru, numai din manete;
— predarea lotului de piese executat;
— aducerea locului de muncă la starea normală, după terminarea lucrării.

b. **Operaţii suplimentare,** care sînt specifice fiecărei grupe de strunguri, cu conţinut detaliat în tabelele cu valori normative de timpi.

Valorile normative de timpi pentru lucrările de pregătire—încheiere se găsesc în tabelele 5.65...5.67.

Tabelul 5.65. **Timpi de pregătire — încheiere T_{pi} pentru strung paralel şi frontal**

Nr. crt.	Conţinutul lucrării	Diametrul piesei, în mm, pînă la: 200	400	700	1000	2000	3000	4000	6000	>6000
		Timpul T_{pi}, min-om								
1	*I. Pregătirea curentă a lucrării*	15	18	22	27	31	38	49	62	78
	II. Operaţii suplimentare (se acordă numai dacă este cazul)									
	Montarea şi demontarea dispozitivelor de prindere a piesei									
2	Universal	3	3	5	—	—	—	—	—	—
3	Platou cu patru bacuri	5	5	6	7	9	12	14	16	18
4	Vîrf de centrare	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	2	3	4
5	Mandrină	0,5	0,5	1	1	—	—	—	—	—
6	Dorn	2	2,5	3	4	5	—	—	—	—
7	Dispozitiv fixat prin înşurubare pe axul maşinii	3	4	6	8	11	13	15	18	20
8	Dispozitiv fixat prin şuruburi pe planşaibă	12	13	15	17	19	22	25	30	40
9	Fixarea contragreutăţii pe planşaibă	8	9	10	12	15	—	—	—	—
10	Dispozitiv montat pe sania transversală	10	12	15	18	20	24	30	40	50
	Pregătirea şi reglarea strungului la începutul lucrării									
11	Întoarcerea bacurilor universalului	4	5	5	—	—	—	—	—	—
12	Întoarcerea bacurilor platoului	6	8	10	12	15	18	20	23	25
13	Deplasarea şi fixarea păpuşii mobile	1	1	2	2	3	4	6	—	—
14	Rotirea saniei port cuţit pentru strunjirea conică	1	2	3	3	4	5	7	10	12

Tabelul 5.65 (continuare)

Nr. crt.	Conținutul lucrării	Diametrul piesei, în mm, până la:								
		200	400	700	1000	2000	3000	4000	6000	>6000
		Timpul T_{pi}, min-om								
15	Așezarea și reglarea dispozitivului de copiat	4	5	5	7	9	12	16	20	25
16	Așezarea și reglarea lunetei	4	5	7	9	11	—	—	—	—
17	Așezarea mai multor cuțite în port-cuțit și reglarea la cotă	3	3	4	4	—	—	—	—	—
18	Așezarea și reglarea unui opritor	1	1	2	2	3	3	5	7	8
19	Schimbarea angrenajului pentru modificarea avansului	8	10	12	14	17	—	—	—	—

Tabelul 5.66. **Timpi de pregătire — încheiere T_{pi} pentru strung revolver**

Nr. crt.	Modul de prindere al piesei	Nr. sculelor din reglare până la:	Diametrul alezajului axului principal, D_{ax}, mm, până la:		
			36	65	>65
			T_{pi}		
	I. Pregătirea curentă a lucrării				
1	În universal, bucșă extensibilă sau dorn de capăt	2	20	22	24
2		3	23	25	27
3		4	26	28	30
4		5	30	32	33
5		6	33	35	37
6		7	36	38	40
7		8	40	42	44
8		9	43	45	47
9		10	46	48	50
10		11	50	52	54
11		12	53	54	57
12	În mandrină cu patru bacuri sau dispozitiv de centrare	2	—	25	28
13		4	—	30	33
14		6	—	35	38
15		8	—	40	43
16		10	—	45	48
17		12	—	50	53
	II. Operații suplimentare (se acordă numai dacă este cazul)				
18	Așezarea și scoaterea șablonului de copiat		4	5	6
19	Așezarea și scoaterea riglei de strunjit conic		4	5	6
20	Așezarea cu reglaj și scoaterea dispozitivului rabatabil de filetare		7	10	11
21	Așezarea cu reglaj și scoaterea sfărîmătorului de așchii (la așchiere rapidă)		4	5	6

Tabelul 5.66 (continuare)

Prelucrarea de probă a pieselor

	Timpul operativ (min), pentru prelucrarea unei piese, până la:	Diametrul alezajului axului principal, mm											
		≤ 36						> 36					
		Montarea cuțitelor cu adaos peste 0,1 mm	Numărul cuțitelor reglate la cotă cu toleranțe de prelucrare ≤ 0,1 mm					Montarea cuțitelor cu adaos peste 0,1 mm	Numărul cuțitelor reglate la cotă cu toleranțe de prelucrare ≤ 0,1 mm				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
		Timp pentru prelucrare de probă min-om											
22	3	4	5	8	12	16	22	6	7	10	14	18	24
23	5	6	7	10	15	20	24	8	9	12	17	22	26
24	10	9	10	12	17	21	26	12	12	14	19	23	28
25	15	12	13	15	19	23	28	14	15	17	21	25	30
26	>15	15	16	20	23	26	30	17	18	22	25	28	32

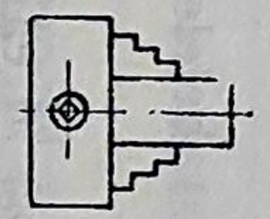
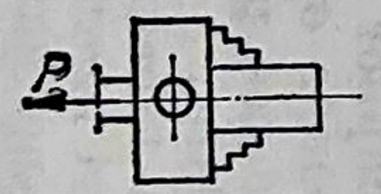
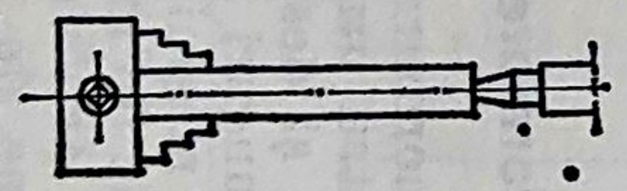
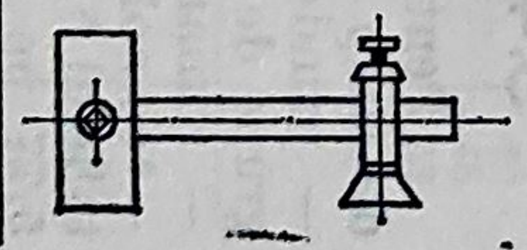
Tabelul 5.67. **Timpi de pregătire — încheiere $T_{pî}$ pentru strung carusel**

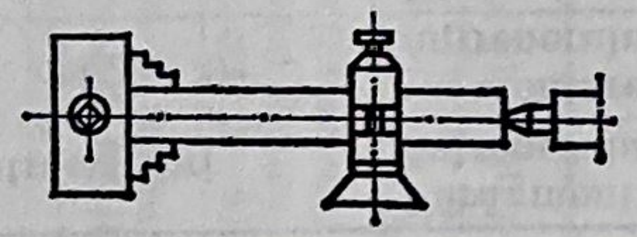
Nr. crt.	Conținutul lucrării	Diametrul piesei, mm până la:							
		400	700	1000	2000	3000	4500	6000	>6000
		Timpul $T_{pî}$, min-om							
1	*I. Pregătirea curentă a lucrării*	24	29	35	44	51	63	77	94
	II. Operații suplimentare (se acordă numai dacă este cazul)								
	Montarea și demontarea dispozitivelor de prindere								
2	Întoarcerea bacurilor la platou	8	8	10	12	12	14	14	16
3	Dispozitiv fixat pe platou cu ajutorul bacurilor	10	12	14	16	18	20	22	24
4	Dispozitiv fixat pe platou cu ajutorul șuruburilor	15	17	19	22	27	35	45	50
	Alte operații								
5	Fixarea suportului la un unghi	2	2	3	4	5	5	6	7
6	Montarea unui opritor	3	3	4	5	6	6	7	8
7	Fixarea și reglarea sfărîmătorului de așchii	2	2	3	3	4	4	5	5

5.4. Normarea timpilor ajutători la strunjire

Pentru normarea timpilor ajutători s-au întocmit tabele normative de timp pentru următoarele operații:
— prinderea și desprinderea piesei în tabelele 5.68...5.72, distinct pe grupe de strunguri similare;
— comanda mașinii, în tabelul 5.73;
— complexele de mînuiri legate de fază al căror conținut se găsește în tabelul 5.74, iar valorile normative de timpi se găsesc în tabelele 5.75... 5.77 pe grupe de strunjire;
— măsurările de control, în tabelul 5.78, timpii fiind diferențiați în funcție de instrumentul de măsură folosit.

Tabelul 5.68. **Timpi ajutători t_{a1} pentru prinderea și desprinderea piesei în universal autocentrant pe strung paralel și frontal**

Nr. crt.	Manevrarea piesei: manual — Modul de prindere				Masa piesei în kg, pînă la: 0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
					Timpul t_{a1}, min-om							
1	În universal, cu strîngere manuală 	Fără verificarea centrării	Diametrul universalului, în mm	pînă la 250	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5
2				peste 250	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2
3		Verificarea centrării cu creta sau cuțitul		pînă la 250	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5
4				peste 250	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0
5		Verificarea centrării cu comparatorul		pînă la 250	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	3,5
6				peste 250	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,0	3,5	4,0
7		În universal, cu strîngere pneumatică			0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
8		În universal, și vîrful păpușii mobile			0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5
9		În universal, cu lunetă fixă	Lungimea piesei, în mm, pînă la:	400	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	—	—	—
10				1000	—	—	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
11				2500	—	—	—	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

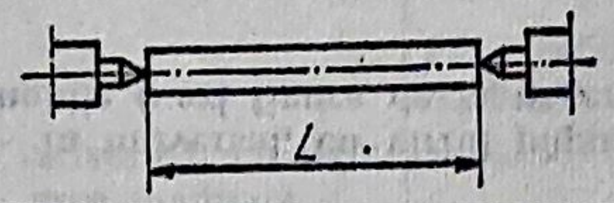
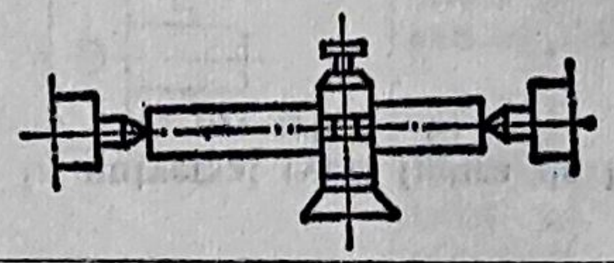
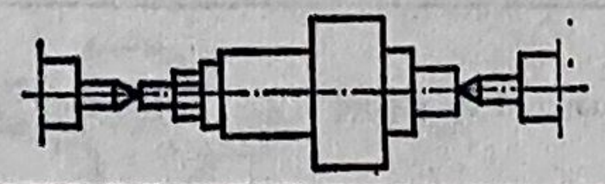
Nr. crt.											
12 13 14	În universal, cu lunetă fixă și cu vîrful păpușii mobile 	Lungimea piesei, în mm, pînă la :	400 1000 2500	0,9 — —	1,0 — —	1,2 1,3 —	1,4 1,5 1,6	1,6 1,7 1,8	— 1,9 2,1	— 2,1 2,2	— 2,3 2,5
15	*Notă*: La fixarea în universal, cu strîngere pe bucșă elastică, în cazurile de mai sus, se adaugă :			0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4

Nr. crt.	Modul de prindere		Manevrarea piesei : cu mecanism de ridicat Masa piesei în kg, pînă la :									
			30	50	80	120	200	300	500	700	1000	1500
			Timpul t_{a_1}, min-om									
16	În universal (vezi figura de la nr. crt. 1—6)	Cu strîngere manuală	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	—	—	—	—
17		Cu strîngere pneumatică	2,0	2,5	3,0	—	—	—	—	—	—	—
18	În universal, cu vîrful păpușii mobile (vezi figura de la nr. crt. 8)	Fără lunetă	3,6	4,0	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	11
19		Cu lunetă	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12
20	În universal, cu lunetă fixă (vezi figura de la nr. crt. 9—11)		3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	10

Observație. Pentru întoarcerea piesei, se ia timpul din tabel și se înmulțește cu 0,9.

Tabelul 5.69. **Timpi ajutători t_{a1} pentru prinderea și desprinderea piesei la prelucrarea între vîrfuri pe strung paralel și frontal**

Manevrarea piesei: manual

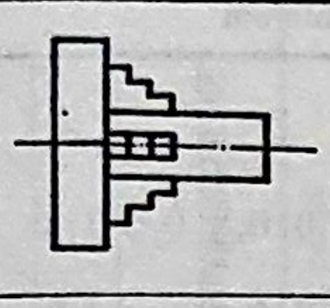
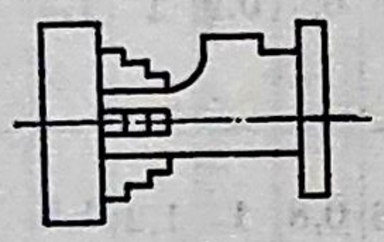
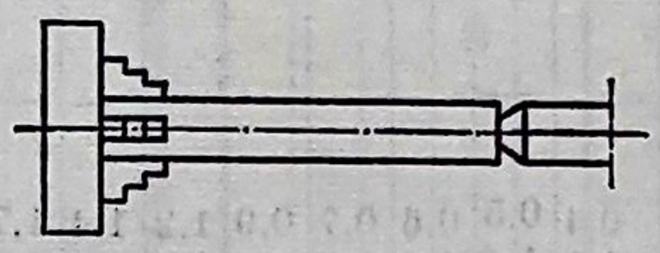
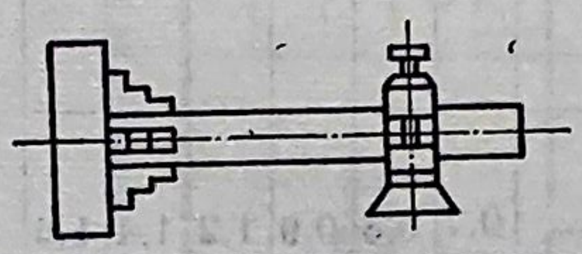
Nr. crt.	Modul de prindere		Lungimea piesei mm	Masa piesei, în kg, pînă la: 0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
				Timpul t_{a1} min-om							
1	Între vîrfuri 	Fără montarea antrenorului		0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	—	—
2		Cu monatrea antrenorului		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	—	—
3	Între vîrfuri și cu lunetă 	Fără montarea antrenorului	400	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	—	—	—
4			1000	—	—	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1
5			1250	—	—	—	0,8	0,9	1	1,1	1,2
6		Cu montarea antrenorului	400	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	—	—
7			1000	—	—	1	1,2	1,4	1,6	1,8	—
8			1250	—	—	—	1,4	1,5	1,7	2	2,3
9	Între vîrfuri și dorn 	Cu montarea antrenorului	200	—	—	1	1,3	1,6	2	2,2	2,5
10			400	—	—	—	—	1,8	2,2	2,5	2,8
11			600	—	—	—	—	—	2,6	3	3,3

Manevrarea piesei: cu mecanism de ridicat

Nr. crt.	Modul de prindere		Lungimea piesei mm	Masa piesei, în kg, pînă la: 30	50	80	120	200	300	500	700	1000	1500
				Timpul t_{a1}, min-om									
12	Între vîrfuri (v. fig. de la nr. crt 1—2)	Fără montarea antrenorului	pînă la 2000	2,5	2,5	3	3	3,5	4	—	—	—	—
13			peste 2000	3	3	3,5	3,5	4	4,5	—	—	—	—
14		Cu montarea antrenorului	pînă la 2000	4	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11,5
15			peste 2000	4,5	4,5	5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	11	13
16	Între vîrfuri și cu lunetă (v. fig. de la nr. crt. 3—8)	Fără montarea antrenorului	pînă la 2000	3	3	3,5	3,5	4	5	—	—	—	—
17			peste 2000	3,5	3,5	4	4	5	6	—	—	—	—
18		Cu montarea antrenorului	pînă la 2000	5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	13
19			peste 2000	5,5	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	14
20	Între vîrfuri și dorn (v. fig. de la nr. crt. 20—22)	Cu montarea antrenorului	200	4	4,5	5	5,5	6	7	9	—	—	—
21			400	5	6	7	8	9	10	12	15	—	—
22			▷400	6	7	8	10	12	14	16	17	19	—

Observație. **Pentru întoarcerea piesei, se ia timpul din tabel și se înmulțește cu 0,9.**

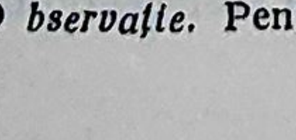
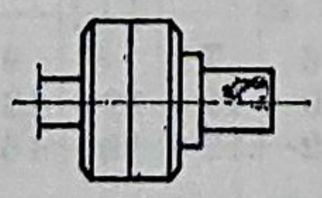
Tabelul 5.70. **Timpi ajutători t_{a1} pentru prinderea și desprinderea piesei în platou cu patru bacuri pe strung paralel și frontal**

Nr. crt.	Modul de prindere	Verificarea centrării	Masa piesei, în kg, până la: 1	3	5	8	12	20
			Timpul t_{a1}, min-om					
1	 În platou (piese cilindrice)	Fără verificare	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7
2		Cu cretă sau cuțit	1,4	1,7	2	2,4	2,7	3,2
3		Cu comparator	2,1	2,4	2,8	3,3	3,7	4,5
4	 În platou (piese complexe)	Fără verificare	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	2
5		Cu cretă sau cuțit	2,2	2,6	3	3,6	4,2	4,8
6		Cu comparator	3	4	5	6	7	8
	În platou și vîrful păpușii mobile							
7		Fără verificare	0,1	1	1,2	1,5	1,8	2,2
8		Cu cretă sau cuțit	1,1	1,4	1,7	2	2,2	2,6
9		Cu comparator	1,6	2	2,4	2,8	3,3	4
	În platou și lunetă fixă							
10		Fără verificare	1	1,2	1,4	1,7	2	2,4
11		Cu cretă sau cuțit	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
12		Cu comparator	1,8	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6

Nr. crt.	Modul de prindere	Verificarea centrării	Masa piesei, în kg, până la: 30	50	80	120	200	300	500	700	1000	1500
			Timpul t_{a1}, min-om									
13	În platou piese cilindrice (vezi figura de la nr. crt. 1—3)	Fără verificare	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9
14		Cu cretă sau cuțit	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
15		Cu comparator	9	10	11	13	14	16	17	19	20	22
16	În platou (piese complexe) (vezi figura de la nr. crt. 4—6)	Fără verificare	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10
17		Cu cretă sau cuțit	12	13	14	16	17	18	20	22	24	27
18		Cu comparator	14	15	16	18	19	21	23	25	27	30
19	În platou și vîrful păpușii mobile (vezi fig. de la nr. crt. 7—9)	Fără verificare	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8,5	10
20		Cu cretă sau cuțit	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16
21		Cu comparator	8	8,5	9,5	11	12	13	14	15	16	18
22	În platou și lunetă fixă (vezi figura de la nr. crt. 10—12)	Fără verificare	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12
23		Cu cretă sau cuțit	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
24		Cu comparator	9	10	11	12	13	15	16	17	18	20

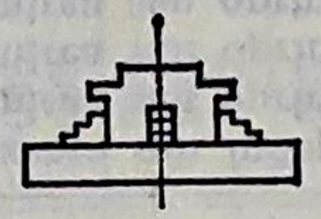
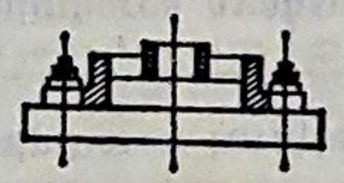
Observație. Pentru întoarcerea piesei, timpul din tabel se înmulțește cu coeficientul 0,9.

Tabelul 5.71. **Timpi ajutători t_{a1} pentru prinderea de desprinderea piesei pe strung revolver**

Nr. crt.	Modul de prindere		Manevrarea piesei										
			Manual										Cu mijloc de ridicat
			Masa piesei, în kg, pînă la:										
			0,100	0,250	0,500	1	2	3	5	8	12	20	>20
			Timpul t_{a_1}, min-om										
	Cu bucșă extensibilă												
1		Cu manetă sau volan	0,06	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	2
2		Cu cheie	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,3	2,6
	In universal cu trei bacuri												
3		Fără centrare	—	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	3
4		Centrare cu cretă	—	0,4	0,6	0,9	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	4
5		Centrare cu comparatorul	—	0,6	0,9	1,2	1,3	1,5	1,8	2,1	2,5	3	5
	Pe platou cu patru bacuri (piese cilindrice)												
6		Fără centrare	—	—	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	3,5
7		Centrare cu cretă	—	—	1,2	1,4	1,6	1,7	2	2,4	2,7	3,2	5
8		Complexe cu comparatorul	—	—	2	2,1	2,2	2,4	2,8	3,3	3,7	4,5	9
	Platou cu patru bacuri (piese complexe)												
9		Fără centrare	—	—	—	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4	1,6	2	4
10		Centrare cu cretă	—	—	—	2,2	2,4	2,6	3	3,6	4,2	4,8	12
11		Centrare cu comparatorul	—	—	—	3	3,5	4	5	6	7	8	14
	Pe dorn neted												
12		Cu piuliță	0,6	0,7	0,9	1	1,1	1,3	1,6	2	2,2	2,5	4
13		Cu volant prin ax	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2	3
	Pe dorn filetat												
14			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	2
	În mandrină, cu strîngere pneumatică												
15			0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,9

O bservație. Pentru întoarcerea piesei, se ia timpul din tabel și se înmulțește cu coeficientul 0,9.

Tabelul 5.72. **Timpi ajutători t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea piesei pe strung carusel**

Nr. crt.	Modul de prindere		Verificarea centrării	Manevrarea piesei													
				Manual				Cu mecanism de ridicat									
				Masa piesei, în kg, pînă la:													
				5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	700	1000	1500
				Timpul t_{a1}, min-om													
1	Pe platou cu patru bacuri 	Piese cilindrice	Fără verificare	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
2			După trasaj	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	17
3			Cu comparator	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	18	20	22	26
4		Piese cu forme complexe	Fără verificare	2,5	3	3,5	4,5	5	6	7	8	9	10	11	13	15	18
5			După trasaj	4	4,5	5	6	8	9	10	11	12	14	15	17	18	20
6			Cu comparator	7	8	9	10	9	10	11	12	13	15	17	19	21	24
7	Pe platou cu şuruburi şi bride 	Piese cilindrice	Fără verificare	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18
8			După trasaj	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22
9			Cu comparator	7	8	9	10	12	13	14	15	17	19	21	23	25	28
10		Piese cu forme complexe	Fără verificare	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	20
11			După trasaj	5	6	7	8	11	12	13	14	15	16	18	20	22	25
12			Cu comparator	9	10	11	12	15	16	17	19	21	24	28	31	35	40

Observaţie. **Pentru întoarcerea piesei, se ia timpul din tabel şi se înmulţeşte cu 0,9.**

Tabelul 5.73. **Timpi ajutători t_{a2} pentru comanda mașinii, montarea și demontarea sculelor la strung paralel, frontal, revolver, carusel**

Nr. crt.	Conținutul lucrării		Diametrul piesei în mm, până la: 250	400	630	1000	1500	2000	3000	>3000
			Timpul t_{a2}, min-om							
	I. Comanda mașinii									
1	Schimbarea turației	Cu o manetă	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,4
2		Cu două manete	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7
3	Schimbarea avansului	Cu o manetă	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,4
4		Cu două manete	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7
5	Rotirea portcuțitului	Obișnuită (cu piuliță)	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,5
6		Cu manetă	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,4
7	Blocarea sau deblocarea saniei	Cu manetă	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4
8		Cu cheia	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,8
9	Așezarea sau îndepărtarea apărătorii contra așchiilor		0,05	0,05	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
10	Pornirea sau oprirea motorului electric		0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2
11	Pornirea sau oprirea universalului		0,05	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5
12	Pornirea sau oprirea căruciorului		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
13	Schimbarea sensului de rotire a arborelui principal		0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
14	Modificarea sensului avansului		0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
15	Potrivirea fălcilor lunetei mobile la suprafața prelucrată		0,3	0,4	0,6	0,8	—	—	—	—
	II. Montarea și demontarea sculelor *)									
16	Montare	Cu două șuruburi	0,5	0,7	1	1,4	1,9	2,4	3	4
17		Cu trei șuruburi	0,7	0,9	1,2	1,7	2,2	3	3,8	5
18	Demontare	Cu două șuruburi	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
19		Cu trei șuruburi	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,5	1,8	2,2
20	Montare	Cu două șuruburi	0,6	0,8	1,1	1,6	2,0	2,5	3,2	4,2
21		Cu trei șuruburi	0,8	1	1,3	1,8	2,3	3,1	3,9	5,2
22	Demontare	Cu două șuruburi	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	2,3
23		Cu trei șuruburi	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,5
24	Centrare cuțite		0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,9	1,5
25	Strîngere cuțite, cu șurub pentru verificarea centrării		0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1

Cuțite pentru strunjire longitudinală exterioară și interioară, strunjire frontală, retezare

Cuțite pentru strunjire profilată, filetare

*) Se acordă în funcție de necesități

Tabelul 5.74. **Conținutul complexelor de mînuiri legate de fază pentru strunguri**

Nr. crt.	Complexe de mînuiri	Operația					
		Strunjire longitudinală exterioară, interioară, frontală și de retezare					Teșire și profilare
		Procedeul de fixare a cuțitului la cota de prelucrat					
		Reglat la cotă	După discul gradat		Cu o așchie de probă	Cu două așchii de probă	
			Cu măsurare prealabilă	Fără măsurare prealabilă			
1	Măsurarea dimensiunii de prelucrat			×			
2	Cuplarea arborelui principal	×	×	×	×	×	
3	Apropierea sculei de piesă	×	×	×	×	×	×
4	Potrivirea adîncimii de așchiere după discul gradat		×	×	×	×	
5	Cuplarea și decuplarea avansului	×	×	×	×	×	
6	Retragerea sculei față de piesă	×	×	×	×	×	×
7	Decuplarea arborelui principal	×	×	×	×	×	×
8	Deplasarea căruciorului sau saniei portcuțit	×	×	×			×
9	Măsurători de control				×	×	

Observații. Semnele x arată că se execută mînuirile pentru procedeul de prelucrare respectiv. La fixarea cuțitului după așchii de probă, complexele de mînuiri se pot repeta de la nr. crt. 2...8, la fixarea după o așchie de probă și de la 2...7, sau numai 9, sau de la 2...8, la fixarea cuțitului pentru a doua așchie de probă.

Tabelul 5 75. **Timpi ajutători t_{a3} pentru complexe de mînuiri legate de fază la strung paralel**

Nr. crt.	Procedeul de fixare a cuțitului la cota de prelucrat	Înălțimea vîrfurilor mașinii unelte, mm pînă la	Procedeul de strunjire			
			Longitudinală exterioară sau interioară	Frontală Retezare	Profilare	Teșire
			Timpul t_{a3} min-om			
1	Reglat la cotă	200	0,25	0,2	0,15	—
2		300	0,3	0,25	0,2	—
3		600	0,35	0,3	0,25	—
4	După discul gradat, fără măsurare prealabilă	200	0,3	0,25	0,2	0,15
5		300	0,35	0,3	0,25	0,20
6		600	0,4	0,35	0,3	0,25
7	După discul gradat, cu măsurare prealabilă	200	0,55	0,5	0,4	—
8		300	0,7	0,6	0,5	—
9		600	0,9	0,8	0,7	—
10	Cu o așchie de probă	200	1,2	1	—	—
11		300	1,6	1,3	—	—
12		600	2	1,4	—	—
13	Cu două așchii de probă	200	1,8	—	—	—
14		300	2,2	—	—	—
15		600	3	—	—	—

Tabelul 5.76. **Timpi ajutători t_{a3} pentru complexe de mînuiri legate de fază la strung revolver**

Nr. crt.	Procedeul de fixare a cuțitului la cota de prelucrat	Diametrul alezajului arborelui principal în mm, pînă la:	Procedeul de strunjire		
			Longitudinală, exterioară sau interioară	Frontală Retezare	Profilare Teșire Racordare
			Timpul t_{a3}, min-om		
1	Reglare la cotă	36	0,15	0,12	0,1
2		65	0,2	0,14	0,12
3		> 65	0,25	0,2	0,12
4	După discul gradat fără măsurare prealabilă	36	0,2	0,15	0,12
5		65	0,25	0,2	0,15
6		> 65	0,3	0,25	0,2
7	După discul gradat, cu măsurare prealabilă	36	0,3	0,25	0,22
8		65	0,35	0,3	0,25
9		> 65	0,4	0,35	0,3
10	Cu o aşchie de probă	36	0,7	0,6	—
11		65	0,9	0,8	—
12		> 65	1,2	1,1	—
13	Cu două aşchii de probă	36	1,2	—	—
14		65	1,4	—	—
15		> 65	1,6	—	—

Tabelul 5.77. **Timpi ajutători t_{a3} pentru complexe de mînuiri legate de fază, la strung frontal și carusel**

Nr. crt.	Procedeul de fixare a cuțitului la cota de prelucrat	Diametrul piesei, în mm, pînă la:	Procedeul de strunjire			
			Longitudinală, exterioară sau interioară	Frontală Retezare	Profilare	Teșire
			Timpul t_{a3}, min-om			
1	Reglare la cotă	1000	0,6	0,5	0,45	—
2		2000	0,8	0,7	0,65	—
3		3000	1,1	0,9	0,85	—
4		> 3000	1,5	1,2	1,1	—
5	După discul gradat, fără măsurare prealabilă	1000	1	0,9	0,8	0,7
6		2000	1,3	1,2	1,1	1,0
7		3000	1,7	1,6	1,5	1,4
8		> 3000	2,3	2,2	2,1	2,0
9	După discul gradat, cu măsurare prealabilă	1000	1,4	1,3	1,2	—
10		2000	1,9	1,8	1,7	—
11		3000	2,6	2,5	2,4	—
12		> 3000	3,2	3,1	3	—
13	Cu o aşchie de probă	1000	2,5	2,4	—	—
14		2000	3	2,9	—	—
15		3000	3,6	3,5	—	—
16		> 3000	4,3	4,2	—	—
17	Cu două aşchii de probă	1000	3,5	—	—	—
18		2000	4,3	—	—	—
19		3000	5	—	—	—
20		> 3000	5,7	—	—	—

Tabelul 5.78. **Timpi ajutători t_{a4}, pentru măsurători de control**

Nr. crt.	Instrument de măsurat	Procedeu de măsurare și precizia măsurării		Diametrul de măsurat, mm, pînă la:	Lungimea de măsurat, mm, pînă la:							
					50	100	200	300	500	1000	1500	>1500
					Timpul t_{a4}, min-om							
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Șablon riglă simplă limitativă	Măsurare completă, precisă		—	—	0,10	0,11	0,12	0,15	0,18	—	—
2	Șablon profilat	Direct, precisă		50	0,09	0,16	0,16	0,18	0,22	0,29	—	—
3				100	0,09	0,16	0,17	0,20	0,23	0,36	—	—
4				200	0,10	0,17	0,18	0,22	0,27	0,40	—	—
5				300	0,11	0,18	0,19	0,24	0,28	0,42	—	—
6	Șubler	— cu fixare la dimensiune în timpul măsurării — precizie ⩽ 0,1 mm	A	100	0,22	0,25	0,30	0,33	0,36	0,45	1,17	1,70
7				200	0,27	0,30	0,32	0,33	0,38	0,47	—	—
8				400	0,36	—	—	—	—	—	—	—
9				600	0,45	—	—	—	—	—	—	—
10				800	0,56	—	—	—	—	—	—	—
11				1000	0,72	—	—	—	—	—	—	—
12			B	100	0,49	0,69	0,71	0,91	1,00	1,20	1,42	1,60
13				200	0,65	0,72	0,72	0,75	1,00	1,22	—	—
14	Șubler de adîncime		—	—	0,16	0,16	0,17	0,19	—	—	—	—
15	Micrometru de exterior	— cu fixare la dimensiune în timpul măsurării — precizie 0,005...0,01 mm	A	100	0,21	0,21	0,22	0,26	0,31	0,43	0,52	—
16				200	0,25	0,25	0,26	0,27	0,31	0,47	0,56	—
17				300	0,30	0,30	0,31	0,32	0,35	0,53	0,61	—
18				400	0,35	0,35	0,36	0,37	0,41	0,56	0,64	—
19				500	0,41	0,42	0,42	0,43	0,47	0,64	—	—
20				800	0,56	0,62	0,70	0,81	0,86	1,07	—	—
21			B	100	0,35	0,44	0,44	0,51	0,67	0,88	0,96	—
22				200	0,42	0,48	0,48	0,54	0,67	0,88	0,96	—
23				300	0,43	0,53	0,53	0,68	0,71	0,94	1,05	—
24				400	0,49	0,58	0,58	0,63	0,77	1,19	1,34	—
25				500	0,62	0,71	0,72	0,81	0,88	1,14	—	—
26				800	0,91	1,03	1,03	1,08	1,18	1,83	—	—
27	Micrometru de interior	— precizie 0,005...0,01 mm	A	100	0,22	0,29	0,32	0,34	—	—	—	—
28				200	0,24	0,30	0,34	0,37	0,44	—	—	—
29				300	0,26	0,32	0,36	0,43	0,53	—	—	—
30				500	0,35	0,42	0,48	0,54	0,68	0,87	1,04	—
31				750	0,43	0,48	0,54	0,66	0,84	1,05	1,27	—
32				1000	0,54	0,60	0,68	0,78	0,98	1,24	1,48	—
33			B	100	0,45	0,62	0,64	0,67	—	—	—	—
34				200	0,47	0,64	0,68	0,73	1,10	—	—	—
35				300	0,51	0,67	0,70	0,75	1,15	—	—	—
36				500	0,58	0,76	0,84	0,90	1,20	1,37	1,72	—
37				750	0,66	0,86	0,90	0,97	1,29	1,52	1,85	—
38				1000	0,77	0,97	1,03	1,10	1,42	1,65	2,05	—
39	Pasimetru	— măsurări exterioare — precizie 0,002mm		⩽25	0,11	0,12	0,14	—	—	—	—	—
40				⩾25	0,14	0,16	0,18	—	—	—	—	—
41		— măsurări interioare — precizie 0,002 mm		⩽25	0,16	0,21	0,26	—	—	—	—	—
42				⩾25	0,20	0,24	0,26	—	—	—	—	—
43	Comparator cu cadran pentru alezaje	— cu fixare la dimensiune în timpul măsurării — precizie 0,005...0,01mm		50	0,23	0,25	0,29	—	—	—	—	—
44				100	0,27	0,30	0,33	0,38	—	—	—	—
45				200	0,29	0,33	0,37	0,42	0,46	—	—	—
46				300	0,34	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	—	—
47				500	0,41	0,44	0,48	0,54	0,60	0,65	—	—

Tabelul 5.78. (continuare)

1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11	12
48	Raportor universal	Cu fixare la dimensiune în timpul măsurării			—	—	0,22	0,27	0,30	0,34	—	—	—
49	Calibru limită potcoavă simplă	Măsurare completă	Clasa de precizie 2...4	A	50	0,04	0,67	0,13	0,21	0,25	0,33	—	—
50					100	0,11	0,13	0,15	0,18	0,25	0,33	—	—
51					200	0,13	0,13	0,16	0,22	0,30	0,33	—	—
52					300	0,15	0,15	0,18	0,22	0,33	0,40	—	—
53					400	0,19	0,19	0,23	0,27	0,35	—	—	—
54					500	0,22	0,22	0,25	0,30	0,37	—	—	—
55				B	50	0,15	0,20	0,28	0,37	0,50	0,54	—	—
56					100	0,19	0,24	0,30	0,40	0,57	0,63	—	—
57					200	0,22	0,27	0,27	0,40	0,59	0,65	—	—
58					300	0,22	0,32	0,32	0,46	0,66	0,75	—	—
59					400	0,26	0,37	0,37	0,53	0,69	—	—	—
60					500	0,34	0,45	0,45	0,62	0,77	—	—	—
61			Clasa de precizie 6...8		50	0,06	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15	—	—
62					100	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	—	—
63					200	0,08	0,08	0,11	0,12	0,15	0,18	—	—
64					300	0,10	0,10	0,11	0,12	0,18	0,22	—	—
65					400	0,12	0,12	0,14	0,15	0,22	—	—	—
66					500	0,14	0,14	0,16	0,18	0,25	—	—	—
67	Calibru limită potcoavă dublă	Cu partea „Trece”	Clasa de precizie 2...4	A	50	0,09	0,10	0,12	0,20	0,25	0,33	—	—
68					100	0,11	0,12	0,13	0,18	0,24	0,33	—	—
69				B	50	0,14	0,17	0,24	0,33	0,44	0,53	—	—
70					100	0,15	0,20	0,24	0,33	0,46	0,50	—	—
71		Măsurare completă	Clasa de precizie 6...8		50	0,05	0,07	0,09	0,09	0,11	0,12	—	—
72					100	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	—	—
73			Clasa de precizie 2...4	A	50	0,14	0,16	0,22	0,26	0,35	0,40	—	—
74					100	0,17	0,19	0,21	0,29	0,35	0,39	—	—
75				B	50	0,21	0,28	0,38	0,51	0,69	0,75	—	—
76					100	0,24	0,31	0,38	0,51	0,70	0,77	—	—
77			Clasa de precizie 6...8		50	0,07	0,09	0,11	0,13	0,19	0,20	—	—
78					100	0,08	0,09	0,12	0,13	0,19	0,22	—	—
79	Calibru tampon, limită, neted, dublu	Cu partea „Trece”	Clasa de precizie 2		50	0,12	0,18	0,30	—	—	—	—	—
80					100	0,16	0,25	0,41	—	—	—	—	—
81			Clasa de precizie 4		50	0,09	0,13	0,21	—	—	—	—	—
82					100	0,12	0,19	0,29	—	—	—	—	—
83			Clasa de precizie 6		50	0,07	0,09	0,13	—	—	—	—	—
84					100	0,10	0,12	0,19	—	—	—	—	—
85		Măsurare completă	Clasa de precizie 2		50	0,19	0,24	0,32	—	—	—	—	—
86					100	0,24	0,24	0,50	—	—	—	—	—
87			Clasa de precizie 4		50	0,13	0,18	0,25	—	—	—	—	—
88					100	0,18	0,24	0,34	—	—	—	—	—
89			Clasa de precizie 6		50	0,10	0,12	0,16	—	—	—	—	—
90					100	0,13	0,16	0,22	—	—	—	—	—

Notații: *A* — măsurarea pieselor fără verificarea ovalității; *B* — măsurarea pieselor cu verificarea ovalității.

5.5. Normarea timpului de deservire și odihnă la strunjire

În tabelul 5.79 se găsesc timpii de deservire tehnică și organizatorică iar în tabelul 5.80 se găsesc timpii de odihnă și necesități fiziologice.

Tabelul 5.79. **Timpi de deservire tehnică și organizatorică t_{at} și t_{do} în procente (%) din t_b.**

Nr. crt.	Tipul mașinii unelte	Caracteristici principale		t_{at} % din t_b	t_{do} % din t_b
		Denumire	Valoare		
1	Strung paralel și frontal	Diametrul maxim de prelucrare, mm, până la:	250	2,5	1
2			400	2,5	1,1
3			630	3	1,3
4			1000	3,5	1,7
5	Strung carusel	Diametrul platoului, mm până la:	1000	2,4	1,1
6			2000	2,5	1,2
7			3000	3	1,5
8			4000	3,5	1,8
9			6000	4	2
10			>6000	4,3	2,2
11	Strung revolver	Diametrul alezajului arborelui principal, mm, până la:	36	2,5	2,1
12			65	4	2,8
13			>65	5,7	2,9

Observație: Pentru producția de serie mică și unicate, valorile din tabel se înmulțesc cu coeficientul 1,3.

Tabelul 5.80. **Timpi de odihnă și necesități fiziologice t_{on}**

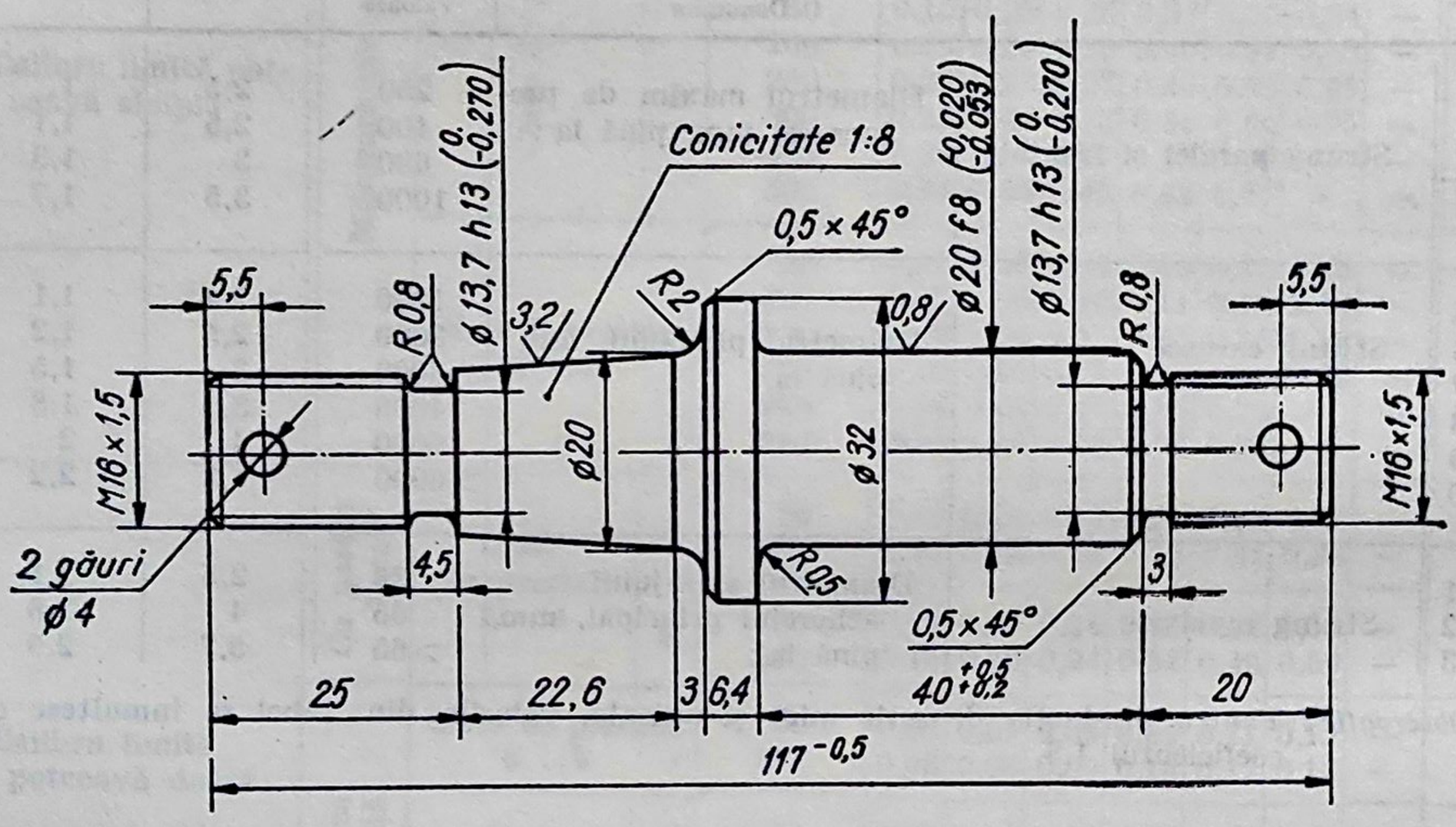
Nr. crt.	Factor de influență	Grad de solicitare	Timpul cît antrenează factorul din T_{op}					
			< 50%			> 50%		
			Masa piesei, kg, până la:					
			15	22	>22	15	22	>22
			t_{on} % din T_{op}					
1	Solicitare dinamică	Variabil cu masa piesei	1	3		2	4	
2	Solicitare statică	Ușor	1	1	1	2	2	2
3	Solicitare neuropsihică	—	1	1	1	2	2	2
4	Frecvența mișcărilor	Mijlociu	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Zgomot de producție		0,5	0,5	0,5	1	1	1
6	Vibrații	Ridicat	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Total		5,5	7,5	4,5	9	11	7

Observație: t_{on} este dat în tabel pentru piese cu ciclu de fabricație ≥3 min. Pentru piese cu ciclu de fabricație <3 min se va adăuga 0,5 la cotele procentuale din tabel.

5.6. Exemplu de calcul al normei de timp la strunjire

Se consideră axul prezentat în fig. 5.13. Pentru fabricarea unei serii de 100 bucăți a fost elaborată o tehnologie din care se extrag operațiile și fazele tratate în acest capitol. Acestea sînt prezentate în tabelul 5.81, coloanele 0 . . .6.

Materialul utilizat, 40 C 10, se încadrează în grupa 2, subgrupa 2.2 (tabelul 5.7) avînd $\sigma_r \approx 72$ daN/mm², care corespunde unei durități de circa 210 *HB*.



Condiții tehnice

1. *Tratament termic; călit, revenit la 35-40 HRC*
2. *Execuție mijlocie, STAS 2300-65*
3. *Material: 40C10 STAS: 791-66*

Fig. 5.13. Schița super „ax articulație"

Caracteristicile cuțitelor utilizate sînt extrase din standardele indicate în coloana 5 a tabelului 5.81.

În fig. 5.14 sînt prezentate, sub formă de schemă logică, etapele parcurse pentru determinarea regimurilor și timpilor de lucru. În dreapta schemei sînt comentarii și valorile numerice obținute pentru faza 6.1. Strunjit longitudinal de la ∅ 34 la ∅ 32 × 117.

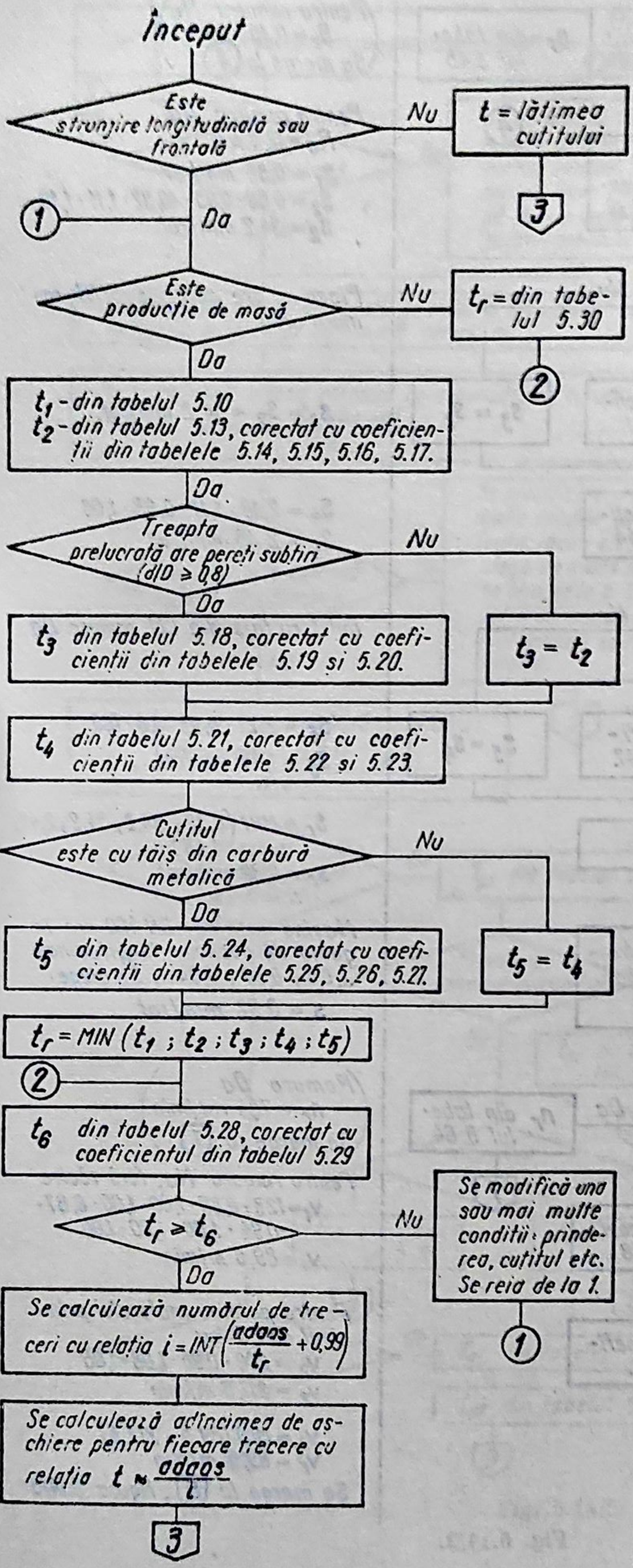
Pentru celelalte faze, valorile trecute în coloanele 7, 8, 9, 10, 13 și 14 ale tabelului 5.81 au fost obținute în același mod.

Tabelul 5.81. **Extras din fişa tehnologică pentru reperul „Ax articulaţie"**

Nr. oper. şi fază	Denumirea operaţiei şi fazei	COD Atelier	COD Maşină unealtă	Dispozitiv	Sculă	Verificator	t	s	n	i	Deservire om/maşină	Categ. complexitate	Timp normat min	
													Pregătire încheiere	Unitar
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.0	Prins în universal bară pentru 10 buc.	320	14.200	—	—	—	—	—	—	—			15	0,125
3.1	Strunjit cap bară (de 2 ori la 10 buc.)			—	358—67 Rp3	—	1	0,24	760	1			—	0,074
3.2	Retezat la $l = 117-0,5$				353—67 Rp3	Şubler 150	4	0,2	305	1			—	1,166
4.0	Prins în universal	320	14.200	—			—	—	—	—			15	0,416
4.1	Strunjit cep			—	6313—67 Rp3		1	0,24	630	1			—	0,282
6.0	Prins între vîrfuri	320	14.200	—	—		—	—	—	—			16	0,312
6.1	Strunjit longitudinal de la Ø 34 la Ø 32×117			—	6376—67 P20		1	0,32	760	1			—	1,443
6.2	Strunjit longitudinal de la Ø 32 la Ø 20,5×60			—	6381—67 P20		3,75/2	0,253	600	2			—	2,153
6.3	Strunjit longitudinal de la Ø 20,5 la Ø 16×20			—	6381—67 P20		2,25	0,253	1200	1			—	0,789

Tabelul 5.81 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6.4	Strunjit canal Ø 13,7×3			—	353—67 Rp3 ascuțit pt. canal		3	0,2	305	1			—	0,841
6.5	Teșit 2 ori 0,5×45°			—	6381—67 P20		—	—	305	2			—	0,398
7.0	Prins între vîrfuri	320	14.200	—	—		—	—	—	—			16	0,312
7.1	Strunjit longitudinal de la Ø 32 la Ø 20×48			—	6381—67 P20 ascuțit r=2		3/3	0,253	600	2			—	1,982
7.2	Strunjit longitudinal de la Ø 20 la Ø 16×25			—	6381—67 P20		2	0,253	1200	1			—	0,803
7.3	Strunjit canal Ø13,7×4,5			—	353—67 Rp3 ascuțit pt. canal		4/05	0,2	305	2			—	0,902
7.4	Teșit 2 ori 0,5×45°			—	6381—67 P20		—	—	305	2			—	0,398
8.0	Prins între vîrfuri	320	14.200	—	—		—	—	—	—			16	0,312
8.1	Strunjit con 1 :8×22,6			—	6378—67 P20	N.1864 16093	2	0,16	1200	1			—	1,072



Exemplu, faza 6.1

Material grupa 2, subgrupa 2.2, cu HB = 210

Cuțit STAS 6376-67 P20
$h \times b = 20 \times 20$ mm ; $r = 1$ mm
$\varkappa = 70°$ $\gamma = 12°$
$l_{tăiș} = 16$ mm ; $s_{plăcuță} = 6$ mm

Ascuțire cu prag unghiular paralel cu tăișul (u)

Pentru ramura **Da**, strunjire longitudinală

(Pentru ramura **Nu**, $t_r = 2,5$ mm; Se merge la (2))

Pentru ramura **Da**

$t_1 = 12,03$ mm

Treaptă netolerată

$t_2 = 2,32 \cdot 0,97 \cdot 4,97 \cdot 1,05 \cdot 1,03$

$t_2 = 12,7$ mm

Piesa nu are pereți subțiri, ramura **Nu**

$t_3 = t_2 = 12,7$ mm

$t_4 = 5,4 \cdot 0,97 \cdot 1,05 \cdot 1,04 = 5,7$ mm

Cuțit cu tăiș din CM, ramura **Da**

$t_5 = 1,08 \cdot 0,95 \cdot 0,82 \cdot 0,92 = 5,1$ mm

$t_r = MIN (12,03 ; 12,7 ; 12,1 ; 5,1)$:
$t_r = 5,1$ mm

$t_6 = 0,12 \cdot 1 = 0,12$ mm

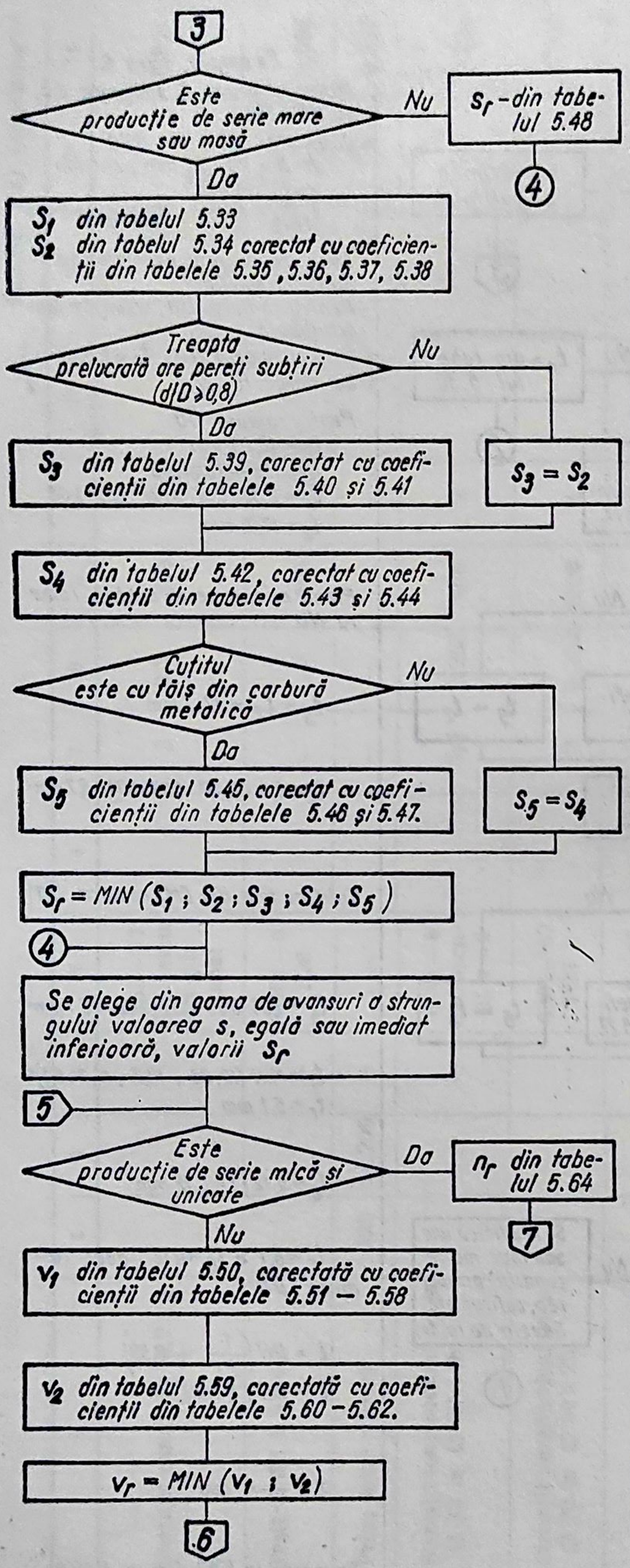
$t_r = 5,1 > t_6 = 0,12$, deci ramura **Da**

$i = INT\left(\frac{1}{5,1} + 0,99\right)$
$i = INT(1,186) = 1$

$t = \frac{1}{1} = 1$ mm

Se merge la (3) figura 5.14/2

Fig. 5.14/1. Exemplu.



(Pentru ramura Nu
$S_r = 0,15$
Se merge la (4))

Pentru ramura Da
$R_a = 12,5 \mu m$
$S_1 = 0,32$ mm/rot
$S_2 = 0,69 \cdot 0,93 \cdot 40,32 \cdot 1,11 \cdot 1,19$
$S_2 = 34,2$ mm/rot

Piesa nu are pereți subțiri, ramura Nu

$S_3 = S_2 = 34,2$ mm/rot.

$S_4 = 2,18 \cdot 1,11 \cdot 0,93 \cdot 1,08$
$S_4 = 2,43$ mm/rot.

Cuțit cu tăiș din CM, ramura Da

$S_5 = 2,21 \cdot 0,93 \cdot 0,8 \cdot 0,9$
$S_5 = 1,48$ mm/rot

$S_r = MIN (0,32 ; 34,2 ; 34,2 ; 2,43 ; 1,48)$
$S_r = 0,32$ mm/rot

Mașina unealtă SN 400 are în gama de avansuri longitudinale ... 0,3 ; 0,32 ; 0,34 ... Se alege:
$s = 0,32$ mm/rot.

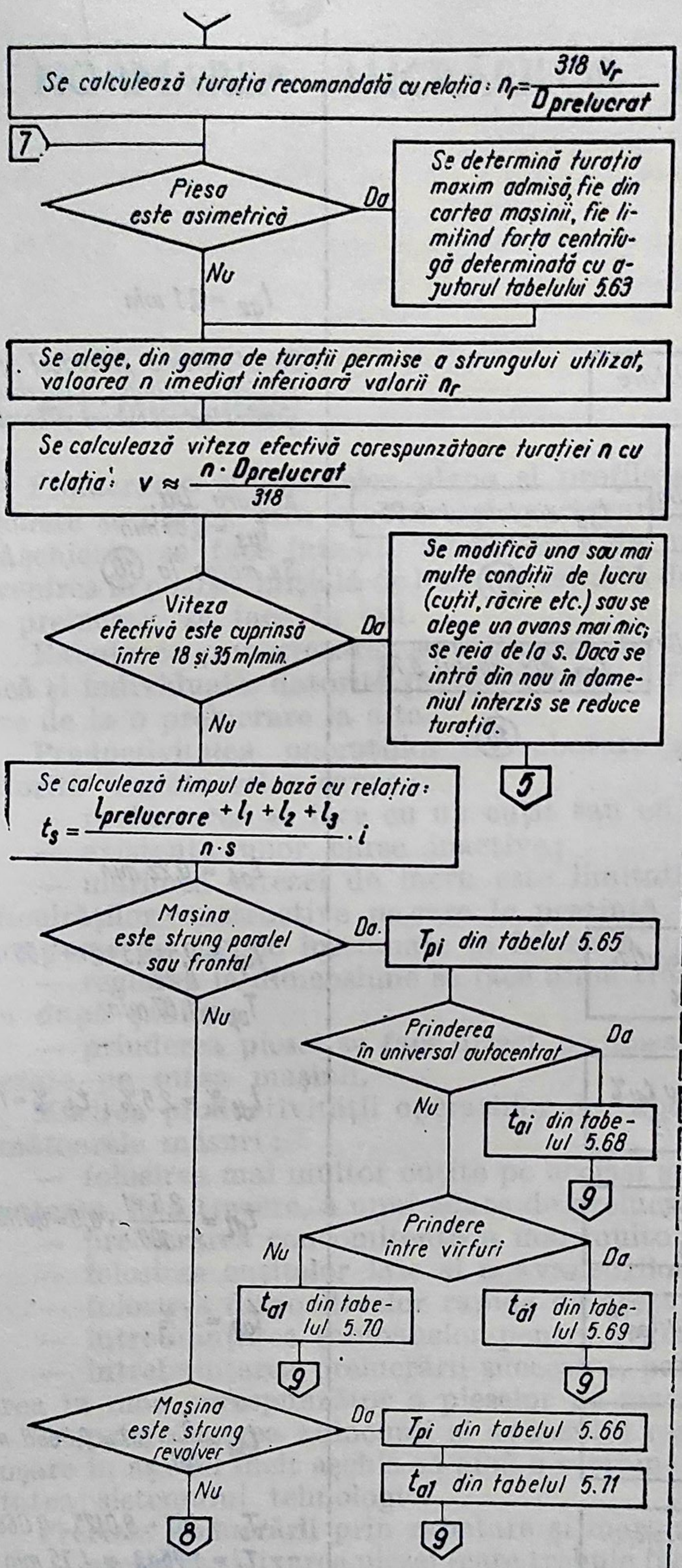
(Ramura Da
$n_r = 784$ rot/min
Se merge la 7)

Pentru ramura Nu, fără răcire
$V_1 = 123 \cdot 0,89 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,87 \cdot 0,94 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$
$V_1 = 89,5$ m/min

Pentru puterea motorului principal de 7,5 kw
$V_2 = 200 \cdot 0,95 \cdot 1,08 \cdot 1,06$
$V_2 = 217,5$ m/min

$V_r = MIN (89,5 ; 217,5)$
$V_r = 89,5$ m/min
Se merge la 6, figura 5.14/3

Fig. 5.14/2.



$n_r = \frac{318 \cdot 89,5}{32}$

$n_r = 889$ rot/min

Piesa este simetrică, ramura Nu

SN 400 are în gama de turații ... 760, 955...
Se alege $n = 760$ rot/min

$v = 76,5$ m/min

v nu intră în domeniul 18... ...35 m/min, ramura Nu

$t_b = \frac{117 + 2 + 2 + 0}{760 \cdot 0,32} \cdot 1$

$t_b = 0,50$ min

Strung paralel, ramura Da
$T_{pi} = 16$ min

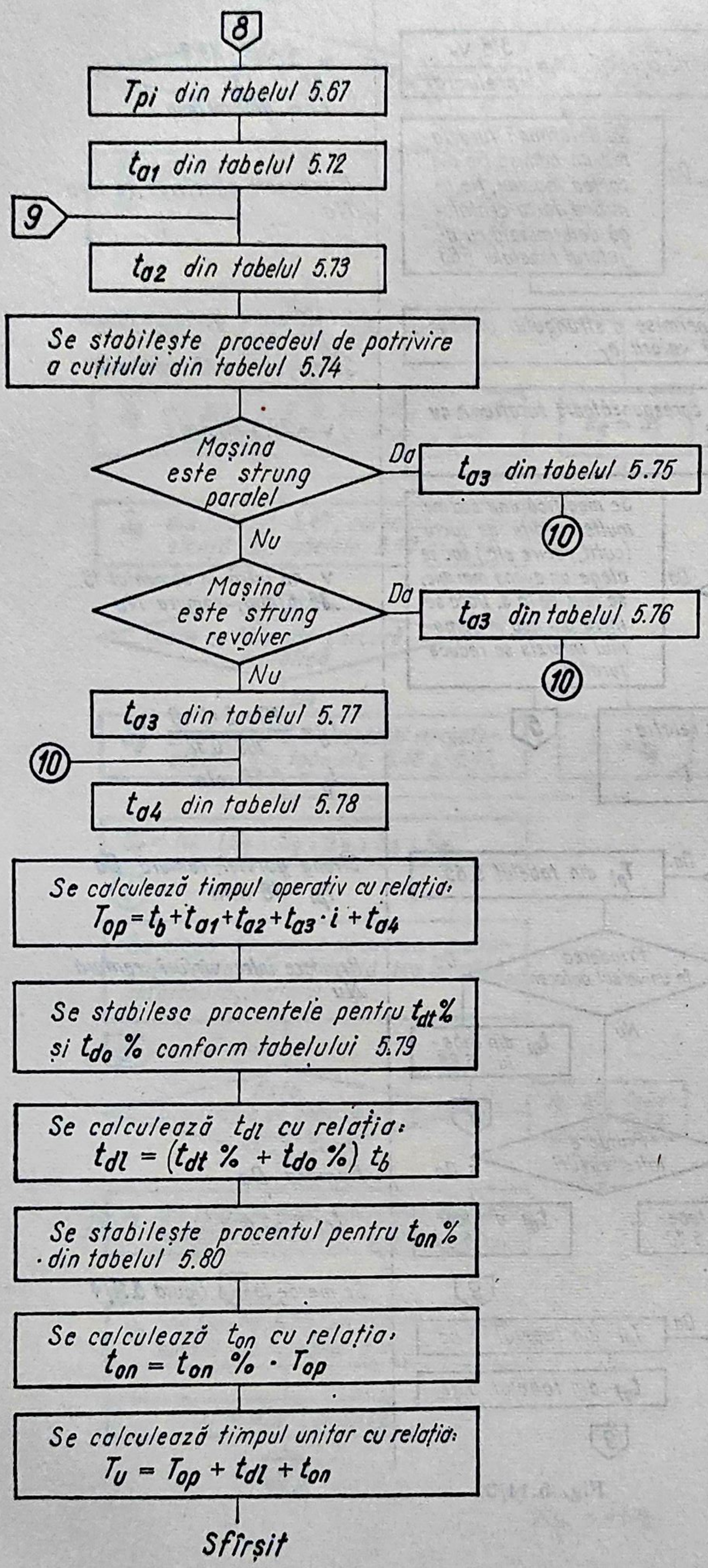
Prindere între vîrfuri, ramura Nu

Ramura Da

$t_{a1} = 0,3$ min

Se merge la 9 figura 5.14/4

Fig. 5.14/3.



$t_{a2} = 0,1$ min

Se stabilește procedeul de potrivire a cuțitului „după discul gradat cu măsurare prealabilă"

Ramura **Da**,
$t_{a3} = 0,55$ min
Se merge la (10)

$t_{a4} = 0,22$ min

$T_{op} = 0,5 + 0,3 + 0,1 + 0,55 \cdot 1 + 0,22$
$T_{op} = 1,67$ min

$t_{dt}\% = 2,5\%$; $t_{do}\% = 1\%$

$t_{dl} = \frac{2,5+1}{100} \cdot 0,5 = 0,0175$ min

$t_{on} = 4\%$.

$t_{on} = \frac{4}{100} \cdot 1,67 = 0,0668$ min.

$T_u = 1,67 + 0,0175 + 0,0668$
$T_u = 1,7543 \approx 1,75$ min

Fig. 5.14/4.

Capitolul 6

NORMAREA LUCRĂRILOR DE RABOTARE ŞI MORTEZARE

6.1. Introducere

Prelucrarea suprafeţelor plane şi profilate cu ajutorul cuţitelor de aşchiere se obţine prin rabotare şi mortezare.

Aşchierea se face într-un singur sens de mişcare (cursă activă), iar revenirea în poziţie iniţială de lucru, efectuată de scula de aşchiat sau piesa de prelucrat, se face în gol.

Rabotarea şi mortezarea se utilizează îndeosebi în producţia de serie mică şi individuală, datorită productivităţii lor reduse şi uşurinţei de trecere de la o prelucrare la alta.

Productivitatea operaţiilor de rabotare şi mortezare este mică, datorită următoarelor cauze:

— prelucrarea se face cu un cuţit sau cu un număr mic de cuţite;

— existenţa unor curse inactive;

— mărimea vitezei de lucru este limitată la valori mici, datorită dificultăţilor constructive pe care le prezintă maşina, datorate apariţiei unor forţe de inerţie însemnate la folosirea unor viteze mari de lucru;

— reglarea la dimensiune se face după trasaj, după aşchii de probă sau după şablon;

— prinderea piesei se face direct pe masa maşinii sau în menghine aşezate pe masa maşinii.

Mărirea productivităţii operaţiilor de rabotare se poate obţine prin următoarele măsuri:

— folosirea mai multor cuţite pe acelaşi suport, soluţie care permite scoaterea, la o trecere, a unui adaos de prelucrare mai mare;

— prelucrarea concomitentă a mai multor suprafeţe;

— folosirea cuţitelor late şi a avansurilor mari la finisare;

— folosirea dispozitivelor rapide de aşezare şi strîngere;

— întrebuinţarea şabloanelor pentru reglarea cuţitului;

— întrebuinţarea prelucrării succesive, paralele sau mixte, prin aşezarea în mod corespunzător a pieselor pe masa maşinii;

— prin alegerea adîncimii şi avansului regimului de aşchiere la degroşare în aşa fel încît aşchia să aibă o secţiune maximă în raport cu rigiditatea sistemului tehnologic.

Precizia prelucrării prin rabotare şi mortezare depinde de:

— aşezarea şi fixarea piesei (care trebuie făcută în aşa fel încît să nu se provoace deformarea elastică a piesei);

— calificarea şi experienţa muncitorului, deoarece reglarea cuţitelor la dimensiune se execută prin metode a căror precizie este influenţată de calificarea acestuia.

În condiţii normale de lucru, precizia de rabotare este cuprinsă între 0,02...0,1 mm/m, iar în cazurile de finisare a batiurilor maşinilor-unelte — între 0,02...0,05 mm/m.

Precizia de prelucrare prin mortezare este mai mică decît la rabotare, din cauza rigidităţii mai mici a sculei.

6.2. Metode de prelucrare şi maşini-unelte utilizate

Rabotarea se execută pe maşini de *rabotat longitudinal* şi pe maşini de *rabotat transversal* (denumite şi şepinguri).

a. **Şepingurile** sînt maşini simple al căror principiu de lucru a fost prezentat mai înainte.

Dimensiunile pieselor prelucrate pe aceste maşini pot atinge lungimea de 1000 mm, lăţimea de 700...800 mm şi o greutate de maximum 500 kgf.

Pe şeping pot fi prelucrate suprafeţe plane (orizontale, verticale, înclinate, în trepte), suprafeţe profilate, canale interioare şi exterioare şi de asemenea, se poate face rabotarea danturii cremalierelor.

Rabotarea suprafeţelor plane orizontale se execută cu cuţite normale. Rabotarea de finisare se excută cu cuţit de finisare îngust sau lat.

Rabotarea suprafeţelor plane verticale se execută în general cu cuţite normale, care se aşează înclinat cu 10°...20° faţă de direcţia de avans.

Rabotarea suprafeţelor înclinate se execută cu un cuţit cu tăişul paralel cu înclinaţia suprafeţelor de prelucrat sau cu un cuţit normal. Avansul sculei este pe o direcţie paralelă cu suprafaţa prelucrată şi se obţine prin înclinarea saniei portsculă.

Rabotarea suprafeţelor profilate se obţine manual, prin executarea concomitentă a avansului vertical şi orizontal sau prin copiere după şablon.

Rabotarea canalelor în U sau în T se execută folosind diferite tipuri de cuţite. Executarea canalelor în T se efectuează în mai multe etape:

— rabotarea canalului vertical;

— rabotarea canalelor orizontale, stînga şi dreapta, la capătul canalului vertical..

Rabotarea danturii cremalierei şi a arborilor canelaţi scurţi se execută pe şeping cu ajutorul unui dispozitiv de divizare.

În cazul prelucrării cremalierei, dispozitivul de divizare se montează pe traversă, care deplasează masa maşinii cu un pas după executarea unui gol. La prelucrarea axelor canelate, piesa se prinde într-un cap divizor. La rabotarea cremalierei şi arborilor canelaţi scurţi, mecanismul de avans al mesei se decuplează.

b. **Maşinile de rabotat** sînt destinate prelucrării suprafeţelor plane şi uneori profilate la piese lungi şi înguste.

Pe maşinile de rabotat se pot executa următoarele operaţii:

— rabotarea suprafeţelor plane, verticale, orizontale, înclinate şi în trepte. Operaţiile se execută ca şi la şeping, cu deosebirea că mişcarea principală o execută piesa şi nu scula, ca în cazul rabotării pe şeping;

— rabotarea concomitentă a mai multor suprafețe, cu mai multe scule, cu reglarea cuțitelor după șablon;

— executarea canalelor de pană în U sau în T se face analog ca la șeping, cu singura mențiune că în cazul mașinii de rabotat se pot executa canale de mare lungime;

— rabotarea suprafețelor curbe se realizează cu ajutorul unor dispozitive care permit mișcarea pe un arc de cerc a cuțitului, printr-o articulație corespunzătoare a suporturilor de rabotare, care, odată cu deplasarea rectilinie, au și o mișcare de rotație în jurul unei articulații.

c. **Mașinile de mortezat** se utilizează la prelucrarea prin rabotare verticală a diferitelor suprafețe plane, verticale și înclinate, circulare interioare sau exterioare, a canalelor și canelurilor, iar prin folosirea unor dispozitive speciale se poate executa danturarea roților și uneori a cremalierelor.

Avantajul principal al lucrărilor de mortezare constă în simplitatea sculei, fixarea ușoară a piesei, efortul de așchiere fiind în sensul fixării piesei.

Suprafețele plane, verticale și înclinate, care se prelucrează pe mașinile de mortezat sînt de dimensiuni mici și mijlocii.

Prelucrarea canelurilor interioare și exterioare se efectuează utilizîndu-se, pentru rotirea precisă a piesei, capul divizor.

Mașinile de mortezat se folosesc în producția individuală sau de serie mică.

Sculele de lucru pentru rabotare și mortezare se aleg din următoarele STAS-uri; 7187—65, 363—65, 364—65, 365—65, 360—67, 361—67, 362—67.

6.3. Calculul normei de timp și determinarea elementelor componente ale acesteia

Norma de timp pe bucată și operație se determină, în cazul prelucrărilor mecanice pe mașinile de rabotat și mortezat, cu relația generală

$$N_{tb} = \frac{T_{pi}}{n} + (t_b + t_a + t_{ad}) \quad [\text{min}] \qquad (6.1)$$

sau, în cazul cînd timpul de adaos t_{ad} se înlocuiește prin elementele sale componente, expresia analitică de calcul a normei de timp pe bucată fiind

$$N_{tb} = \frac{T_{pi}}{n} + (t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on}) \quad [\text{min}] \qquad (6.2)$$

Prin exprimarea timpilor de adaos ca valori procentuale din timpul de bază sau din cel operațional, norma de timp pe bucată ia forma

$$N_{tb} = \frac{T_{pi}}{n} + (t_b + t_a) + \frac{K_1}{100} \cdot t_b + \frac{K_2}{100} \cdot (t_a + t_b) + \frac{K_3}{100} \cdot (t_a + t_b) [\text{min}]. \qquad (6.3)$$

6.3.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere depinde în general, de pregătirea și verificarea întregului sistem tehnologic care asigură desfășurarea normală a prelucrării.

Timpul de pregătire-încheiere T_{pi} este dat în tabelul 6.1 pentru rabotarea suprafețelor și în tabelul 6.2 pentru mortezarea suprafețelor.

Tabelul 6.1 **Timp de pregătire-închidere, T_{pi}, min, pentru rabotarea suprafețelor**

Poz.	*I — Pentru operații curente*		Numărul suporturilor portcuțit	Mașina-unealtă				
				raboteză			șeping	
				Lungimea cursei mm,				
				2000	6000	>6000	500	>500
				Timp, în minute				
				a	*b*	*c*	*d*	*e*
1	Pe masă cu șuruburi și bride		1—2	13	13	15	7	8
			3—4	18	19	22	—	—
2	Pe colțar		1—2	14	16	18	13	15
			3—4	19	21	23	—	—
3	În dispozitiv având masa, kg	⩽25	1—2	15	16	20	10	12
			3—4	20	22	25	—	—
4		>25	1—2			24	—	—
			3—4	25	27	31	—	—
5	Primirea și predarea documentației, comenzii, a sculelor, dispozitivelor, aparatelor de măsură			7	9	11	6	6
	II — Pentru operații suplimentare							
6	Montarea unui opritor			—	—	—	1,4	1,90
7	Prinderea și desprinderea cricului de pe masa mașinii			1,00	1,30	1,80	—	—
8	Întoarcerea suportului cu un unghi oarecare			1,10	1,40	1,80	1,0	1,50
9	Montarea și reglarea portcuțitului pentru mai multe cuțite			3,50	4,50	5,50	—	—
10	Montarea unui cuțit în portcuțitul pentru mai multe cuțite la dimensiunea conjugată			2,00	3,50	4,00	—	—
11	Așezarea și scoaterea echerului cu verificarea după piesă			3,00	5,00	7,50	—	—
12	Așezarea și scoaterea prismei sau a barei de distanțare			0,40	0,80	1,30	—	—
13	Pentru fiecare șurub sau bridă peste cele prevăzute la poziția 1			0,90	1,30	1,80	0,50	0,50

Tabelul 6.2. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, pentru prelucrarea suprafețelor prin mortezare**

Poz.	*Modul de prindere a piesei*	Lungimea cursei, mm	
		⩽400	>400
		T_{pi}, min.	
		a	b
1	Pe masă cu fixare în șuruburi și bride	7,0	9,0
2	Pe colțar cu fixare în șuruburi și bride	8,0	10,0
3	În universal sau menghină	6,0	7,0
4	În dispozitiv	11,0	13,0
5	Primirea și predarea documentației, comenzii cu indicațiile respective, a sculelor, dispozitivelor, aparatelor de măsură etc.	6,0	
	Pentru operații suplimentare		
1	Montarea unui opritor	1,80	2,10
2	Întoarcerea mesei cu un unghi oarecare	2,30	2,60
3	Pentru fiecare șurub cu bridă, peste cele prevăzute	0,50	

Valoarea timpului de pregătire-încheiere depinde și de caracteristicile geometrice constructive ale mașinii-unelte.

În cazul cînd unele elemente ale timpului de pregătire-încheiere nu sînt prevăzute în tabelele indicate mai înainte se vor face asimilări pe baza unei cît mai judicioase analogii.

6.3.2. Determinarea timpului de bază, t_b

Timpul de bază se calculează în cazul rabotării și mortezării, cu relații în care, ca elemente de bază intră parametrii geometrici ai suprafeței de prelucrat și parametrii regimului de lucru.

Principalele formule de calcul la rabotare și mortezare sînt date în tabelele 6.3 și 6.4.

a. **Rabotarea** constă în principal din prelucrarea suprafețelor plane orizontale și verticale și a canalelor orizontale (tabelul 6.3).

În cazul prelucrării suprafețelor plane, orizontale și verticale, timpul de bază va fi dat de relația

$$t_b = \frac{B}{n \cdot s} i = \frac{b + b_1 + b_2}{n \cdot s} i \text{ [min]} \qquad (6.4)$$

în care:

b este lățimea suprafeței de prelucrat, mm;
b_1 — distanța de intrare a cuțitului, mm;
b_2 — distanța de depășire a cuțitului, mm;
i — numărul de treceri pentru înlăturarea adaosului de prelucrare;
n — numărul de curse duble pe minut, cd;
s — avansul pe cursă dublă, mm /cd; (tabelele 6.6—6.14).

Determinarea valorii b_1 se obține din relația $b_1 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varkappa}$ cunoscîndu-se adîncimea de așchiere t și unghiul de atac principal.

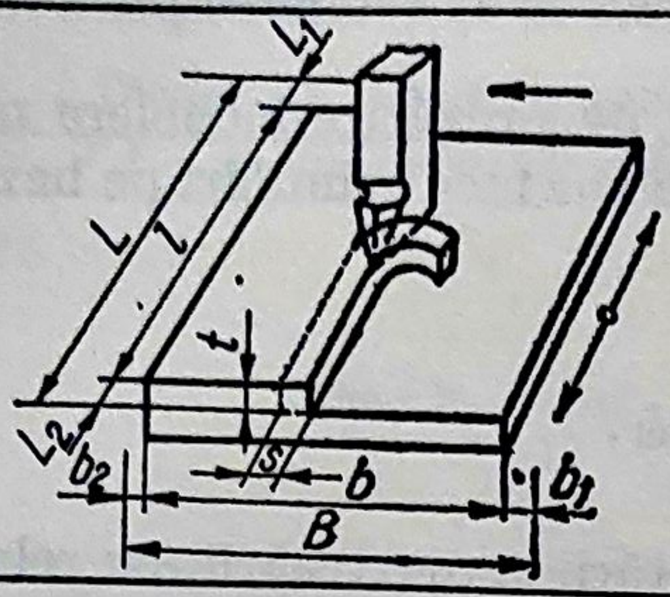
În cazul prelucrării canalelor orizontale, cînd lățimea acestora este egală cu cea a munchiei așchietoare a cuțitului, timpul de bază se calculează cu formula,

$$t_b = \frac{H}{n \cdot s} \text{ [min]}, \qquad (6.5)$$

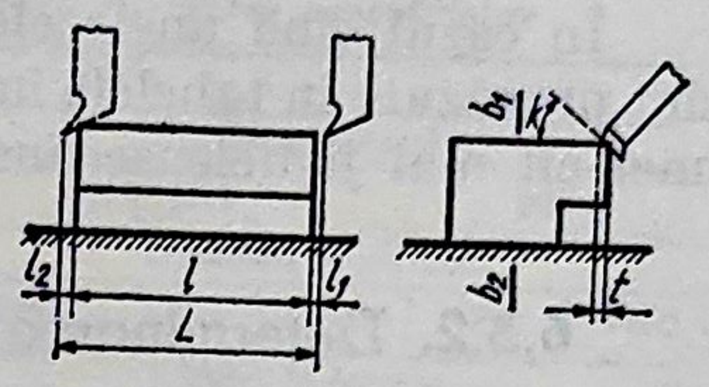
în care $H = h + h_1$,
h fiind adîncimea canalului, mm, iar h_1 — distanța de intrare a cuțitului, mm.

b. **In cazul mortezării**, determinarea timpului de bază se efectuează folosind unele relații de calcul analoage rabotării.

Tabelul 6.3. **Determinarea timpul de bază**



Suprafață plană orizontală



Suprafață plană verticală

$$t_b = \frac{B}{n \cdot s} i \text{ [min]} \; ; B = b + b_1 + b_2$$

$$b_1 = \frac{t}{tg\,\varkappa} + (0{,}5 \ldots 2) \; ; b_2 \; (2 \ldots 5) \text{ mm}$$

Determinarea mărimii b_2, b_1

Unghiul de atac $\varkappa$	Adîncimea de rabotat, mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	5,7	11,3	17,0	22,6	29,4	34,0	40,0	42,5	51,0	57,0	—	—	—	—	—
15	3,7	7,5	11,2	14,9	18,6	22,4	26,0	29,8	33,6	37,3	—	—	—	—	—
20	2,7	5,5	8,2	11,0	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,4	30,0	33,0	36,0	37,5	41,4
30	1,7	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,1	13,8	15,7	17,3	19,0	20,8	22,5	24,2	26,0
45	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
60	0,6	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,3	6,9	7,5	8,1	8,7
75	0,3	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,8
90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
b_2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4

● La mortezarea suprafețelor plane (tabelul 6.4);

$$t_b = \frac{B}{n \cdot s} = \frac{b + b_1 + b_2}{n \cdot s} \text{ [min]}.$$

● La mortezarea canalelor, în cazul că lățimea canalului este egală cu lățimea cuțitelor : $t_b = \frac{H}{n \cdot s} = \frac{h + h_1}{n \cdot s}$ [min].

Simbolurile utilizate au aceleași semnificații ca și în cazul rabotării.

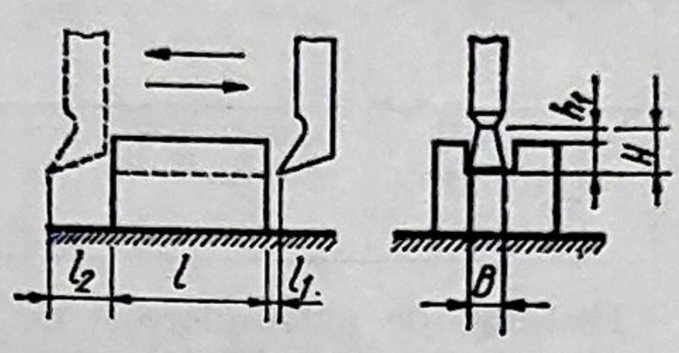
Calculul timpului de bază se execută pe baza cunoașterii unor parametri ai regimului de așchiere :

— adîncimea de așchiere, pentru determinarea numărului de treceri i și a distanței de pătrundere ;

— viteza de așchiere, pentru determinarea numărului de curse duble n ;

— avansul de lucru s.

la prelucrarea pe raboteză și șeping



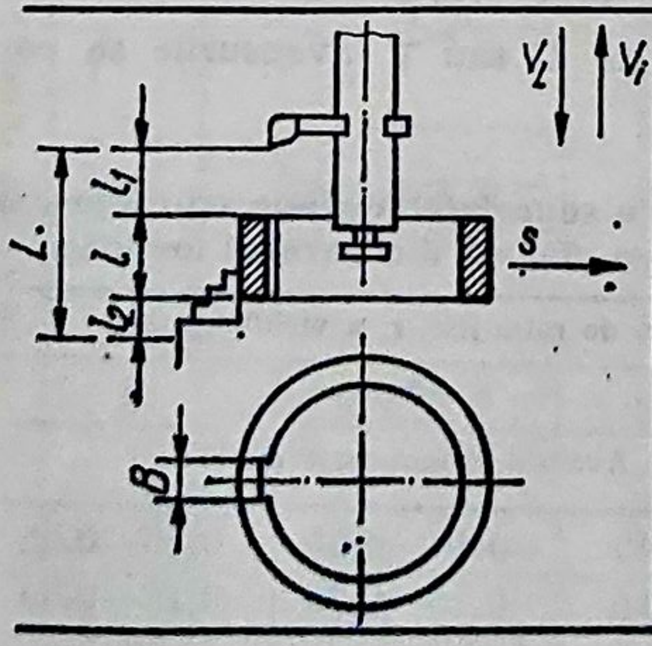
Adîncimea de rabotat, mm								Tipul mașinii	Lungimea de rabotat, mm	Distanța de pătrundere, $(l_1 + l_2$ mm
16	17	18	19	20	25	30	40			
—	—	—	—	—	—	—	—	Raboteză	<2000	200
—	—	—	—	—	—	—	—		2000—4000	200—325
—	—	—	—	—	—	—	—		4001—6000	325—375
27,8	29,5	31,2	32,9	34,5	43,3	52,0	69,0		6001—8000	375—450
16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	25,0	30,0	40,0	Șeping	<100	35
9,2	9,8	10,4	11,0	11,5	14,4	17,3	23,0		100—200	50
4,3	4,6	4,8	5,1	5,4	6,7	8,1	11,0		201—300	60
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		>300	75
4	4	4	4	4	5	5	5			

Canal orizontal

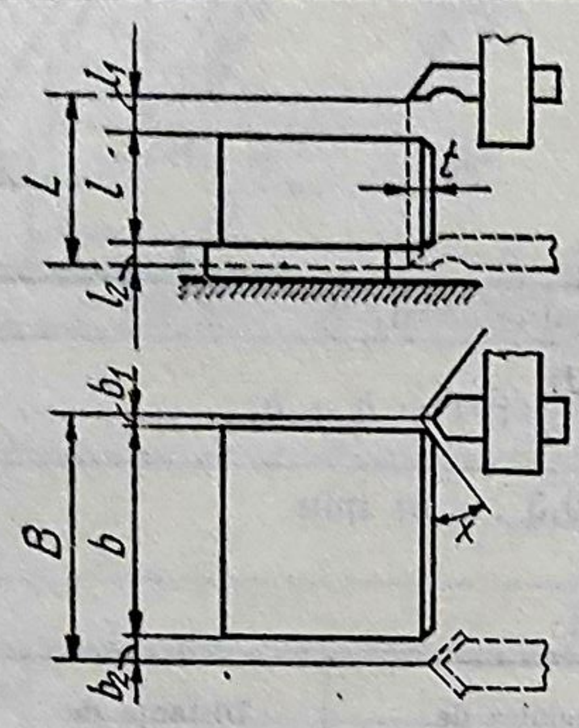
$$t_b = \frac{H}{n \cdot s};\ H = h + h_1$$

$h_1 = (0{,}5 \ldots 2)$ mm

Tabelul 6.4. **Determinarea timpului de bază, t_b, la prelucrarea pe morteză**

Mortezare canale	Tipul cuțitului	Unghiul de atac principal	Adîncimea de așchiere, t, mm, pînă la:						
			3	5	8	12	20	25	30
			Distanța de pătrundere și de depășire $(l_1 + l_2)$ mm						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Cuțit normal	20	11	16	25	36	—	—	—
		30	7	11	17	24	37	—	—
		45	5	7	11	15	23	30	35
		60	3	5	7	10	15	20	23
		90	2	2	3	3	3	5	5

Tabelul 6.4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_b = \frac{H}{n \cdot s}$ $H = h + h_1$	Cu cuțit lat	—	(2...3)s						
	Cu cuțit profilat (canale)	—	2						
	Distanțe de pătrundere și de depășire la mortezarea suprafețelor plane în funcție de lungimea cursei								
	Lungimea de prelucrat, L, mm, pînă la :	100	200	300	300				
Mortezarea suprafețelor plane $t_b = \frac{B}{s \cdot n}$ $B = b_1 + b + b_2$	Distanța de pătrundere și de depășire în lungime ($l_1 + l_2$), mm	35	50	60	75				

Tabelul 6.6. **Avansuri pentru rabotarea de finisare a suprafețelor plane pe raboteză**

Rugozitatea suprafeței R_a, μm	Tipul și materialul sculei	Materialul de prelucrat	Adîncimea de așchiere, t, mm		
			0,06—0,10	0,10—0,15	0,15—0,20
			Avansul s, mm/cursă dublă		
12,5—6,3	Cuțit normal rapid	Oțel	0,50—0,90		
12,5—6,3	Cuțit lat cu carburi metalice	Fontă	1,00—1,41		
3,2			4,00—10,0		
1,6			4,00—10,0	—	
1,2			6,00—11,0	—	

Observație. În cazul rabotării degajărilor în canale în formă de L sau $\top$ avansurile se corectează cu 0,8.

Tabelul 6.7. **Avansuri pentru rabotarea de finisare pe șepinguri a suprafețelor plane semifabricat din oțel și fontă cenușie cu scule din oțel rapid sau cu scule cu plăcuțe din carburi metalice**

Materialul de prelucrat	Rugozitatea suprafeței, R_a, μm	Raza de rotunjire, r, a vîrfului, mm		
		1	2	3
		Avansul s, mm/cursă dublă		
Oțel și fontă	12,5	0,3—0,45	0,40—0,55	0,55—0,66
Oțel și fontă	6,3	0,1—0,16	0,15—0,28	0,15—0,35

Tabelul 6.5 Avansuri pentru rabotaren de degroșare a suprafețelor plane (mașini de rabotat și șepinguri)

Tabelul 6.5 **Avansuri pentru rabotarea de degroșare a suprafețelor plane (mașini de rabotat și șepinguri)**

Unghiul de atac principal $x°$	Adîncimea de așchiere, t, mm, pînă la:											
	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25	31,5
	Avansul s, mm/cursă dublă											
Prelucrarea oțelului cu scule din oțel rapid												
20	1,61	1,52	1,44	1,38	1,22	1,15	1,10	1,04	—	—	—	—
30	1,54	1,45	1,38	1,30	1,16	1,10	1,05	1,00	—	—	—	—
45	1,40	1,32	1,25	1,16	1,06	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,71	0,67
60	1,12	1,06	1,00	0,96	0,85	0,80	0,76	0,72	0,68	0,60	0,57	0,54
75	0,70	0,66	0,63	0,59	0,53	0,50	0,48	0,45	0,43	0,38	0,36	0,34
90	0,56	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,30	0,28	0,27
Prelucrarea fontei cenușii cu scule din oțel rapid și carburi metalice												
20	2,55	2,45	2,30	2,20	2,05	1,90	1,75	1,60	—	—	—	—
30	2,45	2,34	2,20	2,10	2,00	1,80	1,65	1,52	—	—	—	—
45	2,24	2,12	2,00	1,90	1,80	1,65	1,50	1,40	1,32	0,25	1,18	1,12
60	1,78	1,70	1,60	1,52	1,44	1,32	1,20	1,12	1,05	1,00	0,95	0,90
75	1,12	1,06	1,00	0,95	0,90	0,87	0,75	0,70	0,66	0,62	0,59	0,56
90	0,90	0,85	0,80	0,76	0,72	0,66	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47	0,45

Coeficienți de corecție a avansului

1 — În funcție de rezistența sau duritatea materialului prelucrat

Rezistența în daN/mm²	50	51—60	61—70	71—80	80
Coeficient	1,2	1,1	0,1	1,0	0.75
Duritatea HB	170		171—200		200
Coeficient	1,1		1,0		0,85

2 — În funcție de starea suprafeței de prelucrat

Starea suprafeței	Cu crustă	Fără crustă	Cu întreruperi
Coeficient	1,0	0,8	0,80

3 — În funcție de rigiditatea sistemului tehnologic

Rigiditatea	Ridicată	Medie	Redusă
Coeficient	1,0	0,90	0,80

4 — În funcție de lungimea de consolă a cuțitului

Lungimea în consolă l_c, mm	2 h	2,5 h	3 h	3,5 h	4 h
Coeficient	1,25	1,0	0,80	0,65	0,50

Tabelul 6.8. **Avansuri pentru rabotarea cu cuțit din oțel rapid pe mașini de rabotat și șepinguri a canalelor unor semifabricate din oțel**

Lungimea în console a cuțitului l_c, mm	Adîncimea maximă a canalului, t, mm					
	5	8	12	20	25	> 25
	Lungimea tăișului principal, $b_1 = t$, mm					
	2	3	4	5	6	> 6
	Secțiunea cuțitului, $b \times h$					
	10×10	12×12	16×10	20×12	25×16	32×20	> 32×20
	Avansul s, mm/cursă dublă					
2,0 h	0,12—0,20	0,16—0,22	0,14—0,24	0,18—0,26	0,20—0,30	0,22—0,32	0,26—0,36
2,5 h	0,08—0,14	0,11—0,16	0,10—0,15	0,12—0,18	0,14—0,20	0,15—0,22	0,18—0,25
3,0 h	0,06—0,10	0,08—0,12	0,07—0,11	0,09—0,13	0,10—0,15	0,11—0,16	0,13—0,19
3,5 h	0,05—0,08	0,06—0,09		0,07—0,10	0,08—0,12	0,09—0,12	0,11—0,16
4,0 h	0,04—0,06	0,05—0,08		0,06—0,08	0,06—0,10	0,07—0,11	0,09—0,12

Coeficienți de corecție a avansului

Rezistența materialului σ_r, daN/mm²	50	51—60	61—70	71—80	80	
Coeficient	1,14	1,06	1,00	0,89	0,82	
	80 daN/mm²			> 80 daN/mm²		
Unghiul de degajare γ°	12—15	20	25	12—15	20	25
Coeficient	0,93	1,00	1,06	1,00	1,10	1,18

Tabelul 6.9. **Avansuri pentru rabotarea canalelor pe semifabricate din fontă cenușie cu scule din oțel rapid (mașini de rabotat, șeping)**

Lungimea în consolă a cuțitului l_c, mm	Adîncimea maximă a canalului, l_1, mm					
	5	8	12	20	25	> 25
	Lungimea tăișului principal, $b_1 = t$, mm					
	2	3	4	5	6	> 6
	Secțiunea cuțitului $b \times h$ mm×mm					
	10×10	12×12	16×10	20×12	25×16	32×20	> 32×20
	Avansul s, mm/cursă dublă					
2,0 h	0,40—0,50	0,42—0,52	0,44—0,54	0,46—0,58	0,56—0,62	0,56—0,66
2,5 h	0,27—0,34	0,28—0,35	0,30—0,36	0,31—0,39	0,35—0,42	0,39—0,45
3,0 h	0,20—0,25	0,21—0,26	0,22—0,27	0,23—0,29	0,26—0,31	0,29—0,34
3,5 h	0,15—0,19	0,16—0,20	0,17—0,21	0,18—0,23	0,20—0,24	0,22—0,26
4,0 h	0,13—0,16	0,13—0,17	0,14—0,17	0,15—0,19	0,17—0,20	0,18—0,21

Coeficienți de corecție a avansului

1 — *În funcție de duritatea materialului de prelucrat*

Duritatea HB		
≤170	171...200	>200
Coeficient de corecție		
1,06	1,0	0,90

2 — *În funcție de unghiul de degajare*

γ°	
8	12...15
Coeficient de corecție	
1,00	1,06

Observație. În cazul rabotării degajărilor laterale la canale de forma L sau T, avansurile se corectează cu 0,8.

Tabelul 6.10. **Avansuri pentru rabotarea canalelor pe semifabricate din fontă cenușie cu scule cu plăcuțe din carburi metalice (mașini de rabotat, șeping)**

Lungimea în consolă a cuțitului l_c, mm	Adîncimea maximă a canalului, l_1, mm					
	25	30	35	40	45	>45
	Lungimea tăișului principal, $b_1 = t$, mm					
	5	6	8	10	12	>12
	Secțiunea cuțitului, $b \times h$, mm × mm					
	20×12	25×16	32×20	40×25	50×32	>50×32
	Avansul, s, (mm/cursă dublă)					
2,0 h	0,46—0,58	0,50—0,60	0,58—0,68	0,72—0,80	0,82—1,00	0,92—1,20
2,5 h	0,31—0,39	0,34—0,41	0,39—0,46	0,49—0,54	0,55—0,68	0,59—0,82
3,0 h	0,23—0,29	0,25—0,29	0,29—0,34	0,36—0,40	0,41—0,30	0,46—0,60
3,5 h	0,18—0,23	0,20—0,23	0,23—0,27	0,28—0,31	0,32—0,39	0,37—0,49
4,0 h	0,15—0,19	0,16—0,19	0,19—0,22	0,23—0,26	0,26—0,32	0,31—0,42

Coeficienți de corecție a avansului

1 — *În funcție de duritatea materialului de prelucrat*

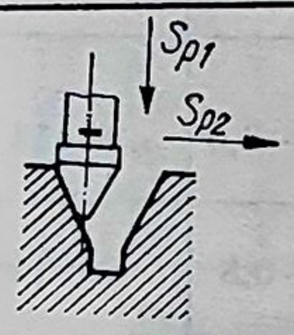
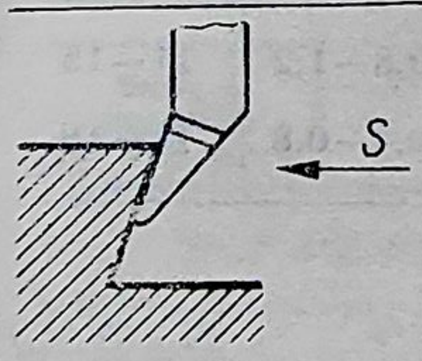
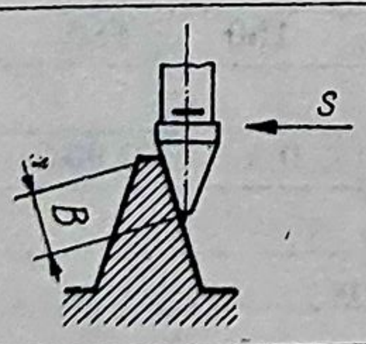
Duritatea *HB*		
⩽170	171—200	>200
Coeficient de corecție		
1,05	1,0	0,90

2 — *În funcție de unghiul de degajare*

$\gamma°$		
0	10	20
Coeficient de corecție		
0,80	1,00	1,15

Observație. În cazul rabotării degajărilor laterale la canale în formă de *L* sau *T* avansurile se corectează cu 0,8.

Tabelul 6.11. **Avansuri și viteze de așchiere pentru rabotarea profilată pe semifabricate din fontă cenușie cu scule din oțel rapid**

Schema prelucrării	Felul prelucrării			Adîncimea de așchiere t, mm	Avansul s, mm/cursă dublă	Viteza de așchiere v_p, m/min
1	2			3	4	5
	Degroșare	Cu crustă	Pătrundere cu s_{p1}	—	0,2—0,3	15—20
			Trecere laterală s_{p2}	15—20	1,0—1,5	20—25
		Fără crustă	Pătrundere cu s_{p1}	—	0,2—0,3	20—25
			Trecere laterală s_{p2}	15—20	1,0—2,0	20—25
	Semifinisare prin șăbăruire sau rectificare			4	0,4—0,8	8—10
	Finisare în locul șăbăruirii sau rectificării	B, mm	⩽100	Prealabilă	—	0,2 —0,15	6—8
				Definitivă	—	0,05—0,08	6—8
			>100	Prealabilă	—	0,12—0,15	4—6
				Definitivă	—	0,05—0,08	4—6

Coeficienți de corecție a vitezei

1 — *În funcție de durabilitatea sculei*

Durabilitatea, T, min										
30	45	60	75	90	105	120	130	150	180

Tabelul 6.11 (continuare)

1	2	3	4	5
Coeficienți de corecție				
1,25 | 1,16 | 1,11 | 1,08 | 1,05 | 1,01 | 1,0 | 0,98 | 0,97 | 0,95				
2 — În funcție de lungimea în consolă a sculei				
Lungimea în consolă a sculei, l_c, mm				
2 *h*	2,5 *h*	3 *h*	3,5 *h*	4 *h*
Coeficienți de corecție				
1,07	1,00	0,90	0,80	0,60

Tabelul 6.12. **Avansuri și viteze de așchiere pentru rabotarea profilată pe semifabricate din fontă cenușie cu scule cu plăcuțe din carburi metalice**

Schema prelucrării	Felul prelucrării		Adîncimea de așchiere t, mm	Avans s, mm/cursă dublă	Viteza de așchiere v_p, m/min.
	Degroșare	Cu crustă	20	1,5—2,0	15—19
		Fără crustă	20	2,0—3,0	19—23
	Semifinisare pentru șăbăruire sau rectificare	Prima trecere	3	0,7—0,9	23—30
		A doua trecere	1	0,3—0,4	23—30
	Cu cuțite late	Semifinisare pentru șăbăruire sau rectificare	2	6,0—12,0	11—14
		Finisare în locul șăbăruirii sau rectificării	0,1	4,0—8,0	6—11
	Degroșare		15	0,6—0,8	9—11
	Semifinisare pentru șăbăruire sau rectificare		15	0,8—1,2	11—15
			3	0,4—0,8	15—19

Coeficienți de corecție a vitezei

1 — *În funcție de durabilitatea sculei*

Durabilitatea, T, min

30	45	60	75	90	105	120	130	150	180
Coeficienți de corecție K_{VT}									
1,25	1,16	1,11	1,08	1,05	1,01	1,00	0,98	0,97	0,95

2 — *În funcție de calitatea plăcuței*

K_{60}	K_{30}	K_{10}
Coeficienți de corecție		
1,0	1,2	1,42

Observație. **Coeficienții de corecție în funcție de lungimea în consolă a sculei sînt identici cu cei din tabelul 6.11.**

Tabelul 6.13. **Avansul admisibil în funcție de rezistența sculei la rabotare**

Secțiunea suportului $B \times H$, mm²	Adîncimea de așchiere, t, mm												
	2,0	2,5	3,0	3,7	4,5	5,6	6,9	8,5	10,5	13,0	16,0	19,0	24,0
	Avansul admis de rezistența suportului cuțitului, s, mm/cursă dublă												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 — *Oțel cu* $\sigma_r = 65$ daN/mm². *Cuțite din oțel rapid*													
16×25	—	—	1,8	1,4	1,1	0,8	0,61	0,46	0,35	0,27	0,26	—	—
20×30	—	—	3,3	2,4	1,8	1,4	1,00	0,79	0,60	0,46	0,35	—	—
25×40	—	—	6,2	4,7	3,6	2,7	2,00	1,60	1,20	1,90	0,68	—	—
30×45	—	—	9,3	7,0	5,4	4,1	3,10	2,30	1,80	1,30	1,10	0,78	0,55
40×60	—	—	15,0	15,0	11,0	8,7	6,60	5,00	3,80	2,90	12,20	1,70	1,30
2 — *Oțel cu* $\sigma_r = 65...85$ daN/mm². *Cuțite din oțel rapid*													
16×25	—	—	1,8	1,4	1,1	0,8	0,61	0,46	0,35	0,27	0,26	—	—
20×30	—	3,3	2,4	1,8	1,4	1,0	0.74	0,60	0,46	0,35	—	—	—
25×40	—	6,2	4,7	3,6	2,7	2,0	1,60	1,20	0,90	0,68	—	—	—
30×45	—	9,3	7,0	5,4	4,1	3,1	2,3	1,8	1,0	1,0	0,78	0,55	0,45
40×60	—	15,0	15,0	11,0	8,7	6,6	5,00	3,80	2,90	2,20	1,70	1,30	0,97
3 — *Oțel cu* $\sigma_r \geqslant 85$ daN/mm². *Cuțite din oțel rapid*													
16×25	1,8	1,4	1,1	0,8	0,6	0,45	0,35	0,27	0,26	—	—	—	—
20×30	3,3	2,4	1,8	1,4	1,0	0,79	0,60	0,46	0,35	—	—	—	—
25×40	6,2	4,7	3,6	2,7	2,0	1,60	1,20	0,90	0,68	—	—	—	—
30×45	9,3	7,0	5,4	4,1	3,1	2,30	1,80	1,30	1,00	0,78	0,55	0,45	—
40×60	15,0	15,0	11,0	8,7	6,6	5,00	3,80	2,90	2,20	1,70	1,30	0,97	—
4 — *Fontă cu HB = 150...245. Cuțite cu carburi metalice*													
16×25	—	—	—	—	—	1,80	1,40	1,10	0,80	0,61	0,46	0,35	0,27
20×30	—	—	—	—	—	3,30	2,40	1,80	1,40	1,00	0,79	0,60	0,46
25×40	—	—	—	—	—	6,20	4,70	3,60	2,70	2,00	1,60	1,20	0,90
30×45	—	—	—	—	—	9,30	7,00	5,40	4,10	3,10	2,30	1,80	1,30
40×60	—	—	—	—	—	15,00	15,00	11,00	8,70	6,60	5,00	3,80	2,90

Adîncimea de așchiere t_1, mm

Secțiunea suportului $B \times H$, mm²	Adîncimea de așchiere t_1, mm											
	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	9,8	12,0	15,0	19,0	22,0	29,0	34,0
	Avansul admis de rezistența suportului cuțitului, s, mm/cursă dublă											
1 — Fontă cu HB <200. Cuțite din oțel rapid												
16×25	—	1,8	1,4	1,1	0,8	0,61	0,46	0,35	0,27	0,26	—	—
20×30	—	3,2	2,4	1,8	1,4	1,00	0,79	0,60	0,46	0,35	—	—
25×40	—	6,2	4,7	3,6	2,7	2,00	1,60	1,20	0,90	0,68	—	—
30×45	—	9,3	7,0	5,4	4,1	3,10	2,30	1,80	1,30	1,00	0,78	0,55
40×60	—	15,0	15,0	11,0	8,7	6,60	5,00	3,80	2,90	2,20	1,70	1,30
2 — *Fontă cu HB ⩾ 200. Cuțite din oțel rapid*												
16×25	1,8	1,4	1,1	0,8	0,61	0,46	0,35	0,27	0,26	—	—	—
20×30	3,3	2,4	1,8	0,4	1,00	0,79	0,60	0,46	0,35	—	—	—
25×40	6,2	4,7	3,6	2,7	2,00	1,60	1,20	0,90	0,68	—	—	—
30×45	9,3	7,0	5,4	4,1	3,10	2,30	1,80	1,30	1,70	0,78	0,55	0,45
40×60	15,0	1,50	11,0	8,7	6,60	5,00	3,80	2,90	2,2	1,70	1,30	0,97

Tabelul 6.13 (continuare)

Coeficienți de corecție a avansului în funcție de lunginea în consolă a cuțitului l_c, mm

Lungimea în consolă	1,5 h	2,0 h	2,5 h	3,0 h	3,5 h
Coeficienți	2,00	1,35	1,00	0,78	0,64

Tabelul 6.14. **Avansul admis de rezistența plăcuței din carburi metalice la rabotarea fontei cenușii**

Adîncimea de așchiere t, mm	Grosimea plăcuței din carburi metalice	Unghiul de atac principal, x°				
		20 —30°	35°	45°	60°	70°—90°
		Avansul s, mm/cursă dublă				
4	⩾10	1,20	0,6	8,0	6,9	5,8
	8	8,0	6,9	5,8	4,9	4,1
	7	6,6	5,6	4,6	3,9	3,3
	6	5,1	4,3	3,6	3,0	2,6
	5	3,8	3,2	2,6	2,2	1,8
	4	2,6	2,2	1,8	1,5	1,3
7	⩾10	9,6	8,0	6,9	5,8	4,9
	8	6,9	5,8	4,9	4,1	3,5
	7	5,5	4,6	3,9	3,1	2,7
	6	4,3	3,6	3,0	2,6	2,1
	5	3,2	2,6	2,2	1,8	1,5
	4	2,2	1,8	1,5	1,3	1,0
13	⩾10	8,0	6,9	5,8	4,9	4,1
	8	5,8	4,9	4,1	3,4	2,9
	7	4,6	3,9	3,1	2,7	2,3
	6	3,6	3,0	2,6	2,1	1,8
	5	2,2	2,1	1,8	1,5	1,3
	4	1,8	1,5	1,3	1,0	0,8
22	⩾10	6,9	5,8	4,9	4,1	3,4
	8	4,9	4,1	3,4	2,9	2,4
	7	3,9	3,1	2,7	2,3	1,9
	6	3,0	2,6	2,1	1,8	1,4
	5	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1
	4	1,5	1,3	1,0	0,8	0,7

Tabelul 6.15. **Valorile coeficientului C_v și ale exponenților m, x_v,y_v din relația vitezei de așchiere la rabotare :** $v = \dfrac{C_v}{T^m\ t^{x_v}\ s^{y_v}} \cdot K_{vp}$

Materialul de prelucrat	Felul rabotării	Materialul sculei	Coeficient și exponenți			
			C_v	m	x_v	y_v
Fontă cenușie cu HB=190	Plană	Plăcuță dură	162,0	0,20	0,15	0,40
	Canale		38,2	0,20	0	0,40
	Plană	Oțel rapid	39,2	0,10	0,15	0,40
	Canale		19,5	0,15	0	0,40
Oțel carbon, oțel crom și crom-nichel cu σ_r = 65 daN/mm²	Plană	Oțel rapid	61,1	0,12	0	0,66
	Canale		20,2	0,25	0	0,66
Aliaje de cupru	Plană	Oțel rapid	167,0	0,23	0,12	0,58

Tabelul 6.15 (continuare) **Valoarea coeficientului de corecție a vitezei de așchiere la rabotare K_{vr}**

1) K_{TV} în funcție de durabilitatea sculei T, min

Materialul de prelucrat	Materialul sculei	Felul suprafeței prelucrate	Durabilitatea sculei T, min					
			60	90	120	180	240	360
			Coeficient de corecție K_{Tv}					
Oțel	Oțel rapid	Plană	1,09	1,03	1,00	0,95	0,91	0,87
		Canale	1,19	1,08	1,00	0,90	0,84	0,76
Fontă cenușie	Plăcuță dură	Plană	1,15	1,05	1,00	0,92	0,87	0,80
	Oțel rapid	Plană	1,07	1,03	1,00	0,96	0,93	0,90
		Canale	1,11	1,05	1,00	0,94	0,90	0,85
Aliaje de cupru	Oțel rapid	Plană	1,19	1,03	1,00	0,95	0,91	0,87

2) K_{mv} în funcție de calitatea materialului de prelucrat

Materialul	Oțel carbon de construcție și aliat cu σ_r (daN/mm²) pînă la :					Fontă cenușie HB, pînă la :			Aliaje de cupru				
									Eterogene cu duritate		Omogene	Cupru	Cu conținut >15% Pb
	45	55	65	75	85	170	190	230	Ridicată	Medie			
Plăcuță dură	—	—	—	—	—	1,13	1,00	0,70	—	—	—	—	—
Oțel rapid	1,8	1,37	1,00	0,78	0,62	1,18	1,00	0,72	0,7	1,0	2,0	8,0	12,0

3) K_{xv} în funcție de unghiul de atac principal $\varkappa$

Materialul sculei	Materialul de prelucrat	Unghiul de atac principal, grade				
		30	45	60	75	90
Plăcuță dură	Fontă	1,2	1,0	0,88	0,83	0,73
Oțel rapid	Oțel	1,26	1,0	0,84	0,74	0,66
	Fontă	1,2	1,0	0,88	0,79	0,73
	Aliaje de cupru	—	—	1,00	—	0,83

4) $K_{\varkappa_1 v}$ în funcție de unghiul de atac secundar $\varkappa_1$

Materialul sculei	Unghiul de atac secundar $\varkappa_1$, grade				
	10	15	20	30	45
Oțel rapid	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87

Tabelul 6.15 (continuare)

5) K_{rv} *în funcție de raza de rotunjire r, a vîrfului cuțitului*

Materialul sculei	Materialul de prelucrat	Raza de rotunjire r, a sculei, mm			
		1	2	3	5
Oțel rapid	Oțel	—	0,97	1,0	
	Fontă	—	0,94	1,0	
	Aliaje de cupru	0,90	1,00	1,06	

6) K_{hv} *în funcție de uzura pe fața de așezare, h, mm*

Materialul sculei	Materialul de prelucrat		Mărimea uzurii, h, mm, pînă la:							
			0,5	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0
Oțel rapid	Oțel cu cuțite	Normale	0,93	—	0,95	—	0,97	1,0	—	—
		Pentru canale	0,85	—	1,00	—	—	—	—	—
	Fontă cu cuțite	Normale	—	—	0,86	—	0,90	0,93	0,95	1,00
		Pentru canale	0,95	—	0,90	—	0,95	1,00	—	—
Plăcuță dură	Fontă		—	—	1,00	—	1,2		—	—

7) K_{qv} *în funcțiune de secțiunea capului cuțitului*

Materialul sculei	Materialul de prelucrat	Secțiunea corpului cuțitului					
		16×25	20×30	25×40	30×45	40×60	60×90
Oțel rapid	Oțel	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,10
	Fontă	0,95	0,96	0,98	1,00	1,02	1,05
	Aliaj de cupru	—	0,96	0,98	1,00	1,02	—

8) K_{sv} *în funcție de starea suprafeței semifabricatului*

Materialul sculei	Materialul de prelucrat	Fără crustă	Crustă de turnare	Crustă și impurități de turnare	Fără crustă			Cu crust		
					Laminate și forjate	Turnate	Laminate	Turnate, forjate, HB		
								160	160—200	>200
Plăcuță dură	Fontă	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6	—	—	—	—	—	—
Oțel rapid	Oțel	—	—	—	1,0	0,9	0,9	0,75	0,85	0,85
	Fontă	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6	—	—	—	—	—	—
	Aliaje de cupru	1,0	0,9—0,95	—	—	—	—	—	—	—

Tabelul 6.16. **Avansul pentru mortezarea de degroșare și finisare a suprafețelor plane și a canalelor**

1 — Prelucrarea de degroșare a suprafețelor plane

Materialul de prelucrat	Secțiunea sculei mm²	Adîncimea de așchiere t, mm, pînă la:		
		3	5	8
		Avansul, s, mm/cursă dublă		
Oțel	16×25	1,2—1,0	0,7—0,5	0,4—0,3
	20×30	1,6—1,3	1,2—0,8	0,7—0,5
	30×45	2,0—1,7	1,6—1,2	1,2—0,9
Fontă	16×25	1,4—1,2	1,2—0,8	1,0—0,6
	20×30	1,8—1,6	1,6—1,3	1,4—1,0
	30×45	2,0—1,7	2,0—1,7	1,6—1,3

2 — Prelucrarea de finisare a suprafețelor plane

Calitatea suprafeței R_a, μm	Materialul de prelucrat	Unghiul secundar de atac	Raza de rotunjire r, a vîrfului, mm		
			1,0	2,0	3,0
			Avansul s, mm/cursă dublă		
12,5	Oțel și fontă	3—4	0,9—1.0	1,2—1,5	
		5—10	0,7—0,8	1,0—1,2	
6,3	Oțel	2—3	0,25—0,4	0,5—0,7	0,7—0,9
	Fontă		0,35—0,5	0,6—0,8	0,9—1,0

3 — Prelucrarea canalelor

Rigiditatea sistemului tehnologic	Materialul de prelucrat	Lungimea canalului mm, pînă la:	Lățimea canalului B, mm, pînă la:			
			5	8	10	12
			Avansul s, mm/cursă dublă			
Rigid	Oțel	—	0,12—0,14	0,15—0,18	0,18—0,20	0,18—0,22
	Fontă	—	0,22—0,27	0,28—0,32	0,10—0,36	0,35—0,40
Nerigid (prelucrarea canalelor în găuri cu D=100 mm)	Oțel	100	0,10—0,12	0,11—0,13	0,12—0,15	0,14—0,18
		200	0,07—0,10	0,09—0,11	0,10—0,12	0,10—0,13
		300	0,05—0,07	0,07—0,09	0,07—0,08	0,08—0,11
	Fontă	100	0,18—0,22	0,20—0,24	0,22—0,27	0,25—0,30
		200	0,13—0,15	0,16—0,18	0,18—0,21	0,20—0,24
		300	0,10—0,12	0,12—0,14	0,14—0,17	0,16—0,20

Determinarea parametrilor regimului de așchiere se efectuează într-o fază anterioară normării timpului de lucru. În acest scop se menționează că parametrii regimului de așchiere se vor calcula pe baza metodologiei expuse în lucrări ce se ocupă exhaustiv de această problemă (Calculul adausurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere, de C. Picoș ș.a., Editura tehnică, București, 1974).

Pentru cazurile mai frecvente, de rabotare și mortezare a suprafețelor plane și profilate și a canalelor, se dau tabelele, 6.5 (p.223), 6.15, 6.16 și 6.17, care oferă posibilitatea determinării parametrilor regimurilor de lucru, ale căror valori sînt necesare la determinarea timpilor de bază.

Tabelul 6.17. **Determinarea vitezei de așchiere la mortezare**

Suprafețe plane, scule din oțel rapid		Canale, scule din oțel rapid	
Oțel $\sigma_r = 65$ daN/mm²	Fontă cenușie $HB = 190$	Oțel $\sigma_r = 65$ daN/mm²	Fontă cenușie $HB = 190$
$v_p = \frac{13,7}{T^{0,12} \cdot t^{0,26} \cdot s^{0,66}} \times$	$v_p = \frac{14,8}{T^{0,1} \cdot t^{0,16} \cdot s^{0,40}} \times$	$v_p = \frac{19,2}{T^{025} \cdot s^{066}} \times$	$v_p = \frac{18,5}{T^{0,15} \cdot s^{04}} \times$
$\times K_{vp}$, m/min	$\times K_{vp}$, m/min	$\times K_{vp}$, m/min	$\times K_{vp}$, m/min

Coeficienți de corecție a vitezei de așchiere K_{vp} la mortezare

1) K_{Tv} — *în funcție de durabilitatea sculei așchietoare*

Materialul de prelucrat	Materialul sculei	Felul suprafeței de prelucrat	Durabilitatea sculei, T, min					
			60	90	120	180	240	360
			Coeficienți de corecție					
Oțel	Oțel rapid	Plană	1,20	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96
		Canale	1,41	1,28	1,19	1,07	1,00	0,90
Fontă		Plană	1,15	1,10	1,07	1,03	1,00	0,96
		Canale	1,23	1,17	1,11	1,04	1,00	0,94

2) K_{mv} — *în funcție de rezistența sau duritatea materialului de prelucrat cu scule din oțel rapid*

Materialul de prelucrat	Felul suprafeței	Rezistența materialului / Duritatea HB							
		⩽50	51—60	61—70	71—80	>80	⩽170	171—200	>200
		Coeficienți de corecție							
Oțel	Plană	1,80	1,37	1,00	0,78	0,62	—	—	—
	Canale	1,80	1,37	1,00	0,78	0,62	—	—	—
Fontă	Plană	—	—	—	—	—	1,18	1,00	0,72
	Canale	—	—	—	—	—	1,20	1,00	0,81

3) K_{sv} — *în funcție de starea suprafeței de prelucrat, prelucrare cu scule din oțel rapid*

Materialul de prelucrat	Felul suprafeței	Fără crustă		Cu crustă		Fără crustă	Cu crustă	
		Laminat sau forjat	Turnat	Laminat	Turnat sau forjat		Fără incluziuni	Cu incluziuni
Oțel	Plană	1,00	0,9	0,9	0,8	—	—	—
	Canale	1,00	0,9	1,0	0,9	—	—	—
Fontă	Plană	—	—	—	—	1,0	0,82	0,55

4) K_{xv} — *în funcție de unghiurile de atac principal și secundar, prelucrarea cu scule din oțel rapid*

Materialul de prelucrat	Felul suprafeței	Unghiul de atac secundar, grd					Unghiul de atac principal, grd	
		10	15	20	30	45	45	90
Oțel	Plană	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	1,25	1,00
Fontă	Plană	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	1,25	1,00

5) K_{ev} — *în funcție de lungimea și felul canalului, prelucrare cu scule din oțel rapid*

Materialul de prelucrat	Felul suprafeței	Lungimea canalului, mm				Felul canalului	
		50	51—100	101—200	>200	interior	exterior
Oțel și fontă	Canale	1,15	1,00	0,80	0,65	1,00	1,15

6) K_{cv} — *în funcție de răcire*

Materialul de prelucrat	Materialul sculei	Felul suprafeței	Cu răcire	Fără răcire
Oțel	Oțel rapid	Plană	1,25	1,00

6.3.3. Determinarea timpilor ajutători t_a

Timpul ajutător la prelucrarea prin rabotare și mortezare cuprinde următoarele elemente componente:

— timpul de prindere și desprindere a piesei la care se adaugă, dacă este cazul, timpul de curățire a piesei sau a dispozitivului notat cu t_{a1};
— timpul pentru comanda mașinii-unelte, t_{a2} ;
— timpul pentru operația de control, t_{a3};
— timpul ajutător specific fazei de lucru, t_{a4}.

Timpul ajutător t_{a1} pentru prelucrarea suprafețelor prin rabotare și mortezare se determină în funcție de:

— modul de așezare și fixare a piesei;
— starea suprafeței de așezare;
— modul de centrare a piesei și numărul de piese ce se prind simultan;
— modul de manipulare a piesei;

În tabelele 6.18, 6.19, 6.20, sînt trecuți timpii ajutători t_{a1} pentru prelucrarea suprafețelor prin rabotare și mortezare.

În cazul cînd are loc și curățirea dispozitivului de așchii, se adaugă timpului ajutător t_{a1} și valorile timpului de curățire, care depinde de suprafața de curățire și de modul de curățire.

Timpii de curățire în cazul rabotării și mortezării sînt cuprinși în tabelele timpilor ajutători t_{a1}.

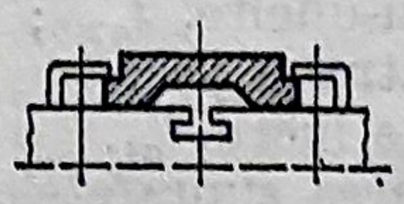
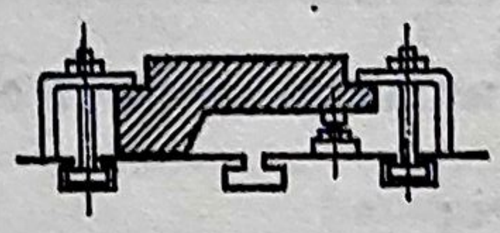
Timpul ajutător t_{a2} se referă la timpul necesar pentru efectuarea diferitelor comenzi ale mașinii-unelte cuprinzînd mînuirile:

— montarea și demontarea cuțitului;
— schimbarea avansului și vitezei de lucru;
— schimbarea lungimii cursei mesei sau a berbecului;
— rotirea saniei sau a mesei cu un unghi oarecare.

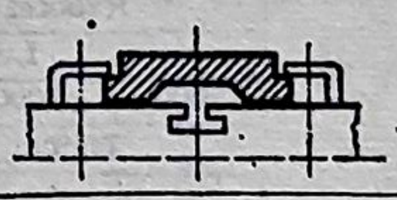
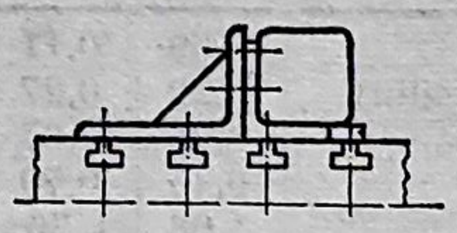
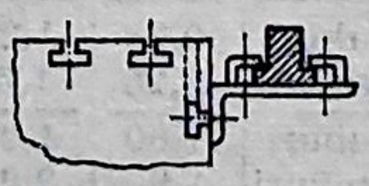
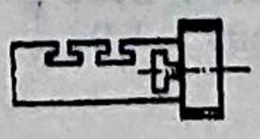
Tabelul 6.21. **Timpul ajutător, t_{a2}, pentru comanda mașinii, la rabotarea suprafețelor**

Felul mînuirilor și mișcărilor de comandă			Mașina — unealtă				
			Raboteză			Seping	
			Lungimea cursei				
			2000	⩽6000	>6000	⩽500	>500
			Timpul ajutător t_{a2}, în minute				
			a	b	c	d	e
Schimbarea vitezei de așchiere			0,09	0,11	0,13	0,04	0,06
Schimbarea lungimii cursei (mesei sau berbecului)			0,22	0,27	0,36	0,09	0,13
Schimbarea mărimii avansului (cu maneta)			0,06	0,07	0,08	0,04	0,05
Rotirea portcuțitului cu un unghi oarecare			0,45	0,70	0,91	—	—
Rotirea saniei cu un unghi oarecare			1,08	1,36	1,82	0,06	0,07
Montarea și demontarea cuțitului normal	De degroșare	Cu două șuruburi	0,98	1,26	1,60	0,70	0,84
		Cu patru șuruburi	1,26	1,60	1,96	—	—
	De finisare	Cu două șuruburi	1,60	1,96	2,38	1,33	1,40
		Cu patru șuruburi	1,90	2,24	2,73	—	—
Montarea și demontarea cuțitului pentru canale, fixat:		Cu un șurub	—	—	—	1,18	1,26
		Cu două șuruburi	1,65	—	—	1,36	1,57
		Cu patru șuruburi	1,92	—	—	—	—

Tabelul 6.18. **Timpul ajutător, t_{a1}, pentru prinderea şi desprinderea**

Modul de aşezare şi fixare a piesei	Schiţa sistemului de prindere		Starea suprafeţei de bazare a piesei	Modul centrării
Pe masă prin fixare cu şuruburi şi bride			Prelucrată	Fără verificare
				Cu cuţit după cursa mesei
			Neprelucrată	Cu paralel după trasaj într-un plan sau în două planuri
Pe masă cu cric sau cu suport cu fixare cu şuruburi şi bride			Prelucrată	Cu cuţit după cursa mesei
			Neprelucrată	
			Prelucrată	Cu paralel după trasaj într-un singur plan
			Neprelucrată	
			Prelucrată	Cu paralel după trasaj în două planuri
			Neprelucrată	
În dispozitiv special cu mai multe locuri de fixare cu şuruburi şi piuliţe, în funcţie de numărul pieselor prinse	Numărul pieselor prinse simultan	2	Prelucrată	Fără verificare
		4		
		6		
		8		

Tabelul 6.19. **Timpul ajutător, t_{a1}, pentru prinderea şi desprinderea**

Modul de aşezare şi fixare a piesei	Schiţa modului de prindere	Starea suprafeţei de bazare a piesei	Modul centrării
Pe masă, fixare cu şuruburi şi bride		Prelucrată	Fără verificare
		Neprelucrată	Verificare cu paralel după trasaj într-un plan sau două planuri
Pe masă cu colţar, cu şuruburi şi bride		Prelucrată Neprelucrată	Verificare cu cuţitul
		Prelucrată Neprelucrată	Verificare cu paralel după trasaj
Pe partea laterală a mesei cu şurub şi bride pe suport		Prelucrată	Fără verificare
		Neprelucrată	Verificare cu paralel după trasaj într-un plan sau două planuri
Pe partea laterală a mesei cu şuruburi şi bride fără suport		Prelucrată	Verificare cu paralel după trasaj într-un plan sau două planuri
		Neprelucrată	

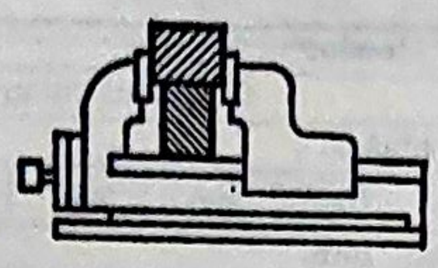
piesei la prelucrarea suprafeţelor prin rabotare

Manipularea pieselor													
Manual					Cu podul rulant								
Masa piesei, kg, pînă la :													
3	5	8	12	20	30	50	100	200	300	500	1000	2000	3000
Timpul ajutător t_{a1}, min.													
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
0,84	0,98	1,14	1,38	1,53	2,7	3,0	3,4	3,9	4,3	4,8	4,8	6,4	7,3
1,40	1,60	1,82	2,14	2,40	3,0	4,3	3,8	4,4	5,0	5,7	6,5	7,5	8,5
1,18	1,33	1,54	1,76	2,14	3,3	3,6	4,4	5,2	6,0	7,0	8,2	9,4	11,0
2,20	2,50	2,90	3,30	3,80	5,1	5,9	7,2	8,7	9,8	11,4	14,4	18,9	23,0
1,75	2,00	2,30	2,70	3,00	3,9	4,2	4,65	5,25	5,75	6,55	8,65	10,8	12,2
2,10	2,35	2,80	3,25	3,65	4,2	4,9	6,00	7,50	8,40	9,90	11,90	13,8	15,8
1,45	1,60	1,90	2,15	2,60	4,2	4,5	5,00	5,75	6,20	7,20	9,00	11,4	13,0
1,85	2,15	2,50	2,90	3,45	5,0	5,75	6,70	8,05	9,00	10,50	12,70	13,8	17,3
2,00	2,30	2,65	3,00	3,50	5,3	5,90	6,90	8,50	9,70	11,60	15,10	18,8	20,5
2,90	3,25	3,60	4,00	4,55	5,2	8,25	10,20	12,10	13,60	15,90	19,80	25,0	28,4
0,50	0,60	0,70	0,80	2,3	2,45	2,90	3,40	3,95	4,55	—	—	—	
0,90	1,00	1,20	1,55	3,8	4,35	5,40	6,20	7,15	—	—	—	—	
1,25	1,45	1,75	2,10	5,4	6,20	7,35	8,65	—	—	—	—	—	
1,70	1,85	2,20	2,70	6,9	7,95	9,40	11,00	—	—	—	—	—	

piesei la prelucrarea suprafeţelor pe şeping

Manipularea piesei							
Manuală						Cu macara	
Masa piesei în kg, pînă la :							
1	3	5	8	12	20	30	50
Timpul t_{a1}, min.							
0,72	0,84	0,98	1,14	1,34	1,53	2,2	2,7
1,5 2,3	1,7 2,7	1,9 2,8	2,2 3,4	2,5 3,9	2,8 4,4	4,7 6,5	5,1 7,2
— —	— —	2,5 2,8	3,0 3,2	3,45 3,65	4,0 4,3	5,3 5,5	6,0 6,2
— —	— —	2,4 2,6	2,8 3,0	3,25 3,9	3,9 4,4	5,10 5,7	5,8 6,4
0,90	1,05	1,2	1,35	1,5	1,7	3,25	3,5
1,15 1,75	1,40 2,20	1,7 2,6	1,95 3,05	2,25 3,50	2,60 4,10	4,30 6,00	4,7 6,6
1,30 2,00	1,60 2,25	1,9 2,6	2,25 3,00	2,65 3,50	3,10 4,20	5,00 7,40	5,4 8,0

Tabelul

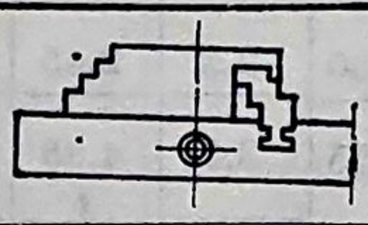
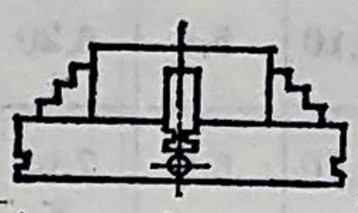
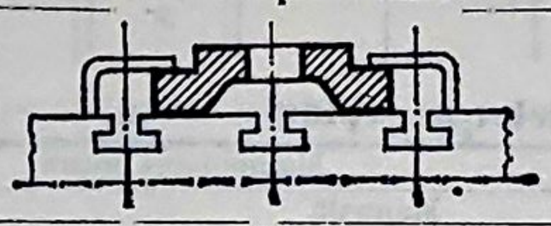
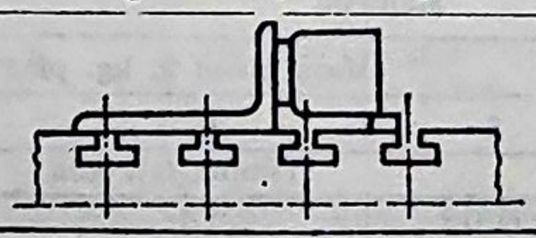
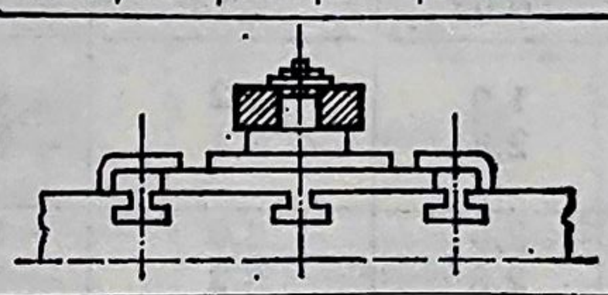
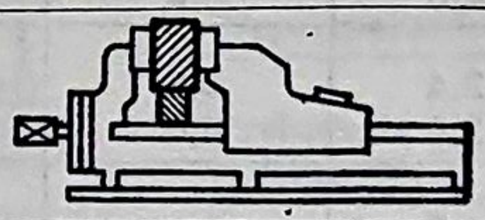
În menghină cu strîngere mecanică (cu şurub)		Prelucrată	Fără verificare
		Neprelucrată	Verificare după trasaj

Curăţirea dispozitivului de aşchii

Modul de curăţire

Aer comprimat
Cu perie sau deşeuri textile

Tabelul 6.20. **Timpul ajutător, t_{a1}, pentru prinderea şi**

Modul de aşezare şi fixare a piesei	Schiţa sistemului de prindere	Starea suprafeţei de bază a piesei
În universal		Prelucrată
În platou cu fălci		Prelucrată Neprelucrată
Pe masă prin fixare cu şuruburi şi bride		Prelucrată Neprelucrată
Pe masă cu fixare pe colţar cu şuruburi şi bride		Prelucrată Neprelucrată
P e masă cu fixare în dispozitiv, cu fixare pe suprafaţa sau alezajul de bazare		Prelucrată
În menghină cu strîngere mecanică cu şurub		Prelucrată Neprelucrată

Curăţirea dispozitivului

Modul de curăţire	Dimensiunea suprafeţei de ≤100×100 Timp. a
Aer comprimat	0,07
Cu perie sau deşeuri textile	0,08

6.19. (continuare)

0,36	0,40	0,44	0,50	0,55	0,65	—	—
0,21	0,24	0,33	0,40	—	—	—	—
0,16	0,20	0,25	—	—	—	—	—
0,40	0,18	—	—	—	—	—	—
0,13	0,17	—	—	—	—	—	—
0,65	0,72	0,80	0,89	1,01	1,24	—	—
1,04	1,14	1,25	1,42	1,67	2,00	—	—

pentru raboteză și șepinguri

Dimensiunea suprafeței de curățat, mm, pînă la :				
100×100	200×300	300×500	500×1000	>500×1000
Timp, minute				
0,07	0,09	0,10	0,11	0,15
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17

desprinderea piesei la prelucrarea suprafețelor prin mortezare

Modul centrării	Manipularea pieselor								
	Manuală					Cu macara			
	Masa piesei, kg, pînă la :								
	1	3	5	8	12	20	30	50	100
	Timpul t_{a1}, min								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Fără verificare	0,16	0,18	0,20	0,23	0,27	0,37	1,10	—	—
Verificare după trasaj	0,22	0,25	0,28	0,32	0,37	0,52	1,50	—	—
Verificare după trasaj	0,91	1,05	1,19	1,40	1,68	1,96	3,08	—	—
	0,70	1,26	1,40	1,57	1,82	2,17	4,20	—	—
Fără verificare	0,70	0,84	0,95	1,10	1,26	1,45	2,24	2,45	2,66
Verificare într-un plan	1,40	1,54	1,75	2,03	2,31	2,66	3,08	3,54	4,13
Verificare în două planuri	1,61	1,75	1,96	—	—	—	—	—	—
Verificare într-un plan	—	—	1,54	1,89	2,24	2,59	3,50	3,99	—
Verificare în două planuri	—	—	1,75	2,03	2,38	3,73	3,64	4,13	—
Verificare într-un plan	—	—	1,68	2,10	2,48	2,80	3,71	4,20	—
Verificare în două planuri	—	—	1,96	2,24	2,55	3,01	3,85	4,34	—
Strîngere									
Șurub și piuliță	0,25	0,34	0,39	0,43	0,46	0,55	—	—	—
Cu excentric	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,32	—	—	—
Cu roată de mînă	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	0,36	—	—	—
Fără verificare	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,45	1,27	1,47	—
Verificare cu paralel după trasaj	0,43	0,47	0,52	0,59	0,69	0,82	1,61	1,82	—

de așchii

curățat, mm, pînă la :

200×300	300×500	500×1000	>500×1000

în minute

b	c	d	e
0,09	0,10	0,11	0,15
0,10	0,12	0,15	0,17

Valorile timpului t_{a2} sînt date pe elementele componente (mînuiri) pentru mașinile de rabotat și mortezat în tabelele 6.21 (p. 233) și 6.22.

Timpul ajutător t_{a3} (tabelele 6.23 și 6.24) este timpul necesar efectuării măsurătorilor și controlului pieselor în timpul prelucrării, în scopul

Tabelul 6.22. **Timpul ajutător, t_{a2}, pentru comanda mașinii la prelucrarea suprafețelor prin mortezare**

Felul mînuirilor și mișcările de comandă			Lungimea cursei, mm	
			400	> 400
			Timpul ajutător t_{a_2} min.	
			a	b
Apropierea piesei de cuțit prin deplasare manuală a mesei	În direcție longitudinală sau transversală, mm, pînă la:	100	0,10	0,16
		250	0,18	0,23
		500	0,30	0,39
	Prin rotire cu un unghi, grade:	30	0,10	0,13
		60	0,16	0,20
		120	0,26	0,31
		180	0,36	0,45
Cuplarea avansului Cuplarea sau decuplarea mișcării dispozitivului portcuțit Cuplarea avansului accelerat al mesei			0,03	
Schimbarea vitezei de așchiere			0,08	0,09
Schimbarea lungimii cursei			0,13	0,20
Schimbarea mărimii avansului sau schimbarea vitezei de așchiere			0,08	
Rotirea dispozitivului portcuțit cu un unghi oarecare			0,80	1,00
Rotirea mesei cu un unghi oarecare			0,09	
Montarea și demontarea cuțitului de:	degroșare cu	un șurub	0,63	0,70
		două șuruburi	0,70	0,84
	finisare cu	un șurub	1,20	1,25
		două șuruburi		

Tabelul 6.23. **Timpul ajutător, t_{a3}, pentru măsurători și control la rabotarea suprafețelor**

Aparatul de măsurat	Modul de măsurare	Precizia măsurării	Dimensiunea măsurată, mm, pînă la:				
			50	100	250	500	1000
			Timpul ajutător t_{a3}, min.				
			a	b	c	d	e
Echer		⩽5 mm	0,09	0,10	0,13	0,17	—
Riglă sau metru			0,06	0,07	0,08	0,09	0,12
Șubler de exterior sau de interior	Așezat la cotă	⩾0,05 mm	0,11	0,13	0,14	0,21	0,42
	Cu așezare la cotă în timpul lucrării		0,16	0,18	0,20	0,28	0,56
Șubler de adîncime	Așezat la cotă		0,15	0,16	0,18	0,25	—
	Cu așezare la cotă în timpul lucrului		0,30	0,32	0,35	0,40	—
Micrometru	Așezat la cotă	fină	0,17	0,19	0,23	0,38	—
	Cu așezare la cotă în timpul lucrului		0,34	0,38	0,45	0,75	—
Micrometru de adîncime	—	fină	0,18	0,20	—	—	—
Calibre furcă dublă	Măsurare completă	Cl. 6—7 de precizie	0,09	—	—	—	—
		Cl. 2—4 de precizie	0,08	0,09	0,12	—	—
Calibru furcă simplă sau potcoavă	Măsurare completă	Cl. 6—7 de precizie	0,08	0,10	0,13	—	—
		Cl. 2—4 de precizie	0,07	0,09	0,12	—	—

determinării reglărilor necesare pentru obținerea în stare finită a piesei de prelucrat.

Valoarea acestui timp depinde de aparatul și de metoda de măsurare, de dimensiunea și precizia piesei de prelucrat.

Tabelul 6.24. **Timpul ajutător, t_{a3}, pentru măsurători la prelucrarea pe morteză**

Aparat de măsură	Dimensiunea de măsurat în mm, pînă la: 50	100	250	500	1000
	Timpul ajutător t_{a3}, min. a	b	c	d	e
Riglă de verificare sau echer	0,12	0,14	0,18	0,25	—
Riglă sau metru	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17
Șubler	0,16	0,18	0,2	0,3	0,6
Șubler de adîncime	0,21	0,23	0,26	0,35	—
Micrometru	0,26	0,27	0,33	0,36	—
Micrometru de interior	0,26	0,29	—	—	—
Calibru furcă dublă	0,12	—	—	—	—
Calibru furcă simplă sau potcoavă	0,11	0,13	0,17	—	—

Timpul ajutător t_{a4} (tabelele 6.25—6.27) este timpul pentru reglarea poziției muchiei așchietoare a cuțitului față de piesă, reglare ce se efectuează la începutul operației, după fiecare trecere, sau la începutul fiecărei faze de lucru.

Timpul ajutător t_{a4} variază ca mărime în funcție de dimensiunile suprafețelor de rabotat sau mortezat, de modul de reglare a cuțitului, de toleranță cotei de măsurat și de aparatul de măsură utilizat.

Tabelul 6.27. **Timpul ajutător, t_{a4}, legat de faze la prelucrarea pe morteză**

Caracterul prelucrării și modul așezării cuțitului pentru așchiere		Toleranța cotei măsurate mm	Instrumentul de măsură	Cursa maximă a cuțitului de mortezat: <400 (Lățimea prelucrată, mm, sau mărimea deplasării mesei rotunde, grade, pînă la: 50 / 30°	100 / 60°	250 / 120°	500 / 180°)	>400 (50 / 30°	100 / 60°	250 / 120°	500 / 180°)
				Timpul ajutător t_{a4}, min. a	b	c	d	e	f	g	h
Prelucrarea suprafețelor plane și canalelor	Cu cuțitul așezat la cotă	—	—	0,09	0,12	0,17	0,26	0,11	0,15	0,22	0,31
	Cu cuțitul așezat după: trasaj	—	—	0,19	0,22	0,28	0,36	0,21	0,25	0,32	0,41
	Cu cuțitul așezat după: tambur gradat	—	—	0,15	0,18	0,24	0,32	0,17	0,21	0,28	0,37
	Cu luarea unei așchii de probă	>0,3	Șablon	0,26	0,29	0,35	0,43	0,28	0,32	0,39	0,48
			Șubler	0,38	0,41	0,46	0,56	0,40	0,43	0,51	0,60
	Cu luarea a două așchii de probă	⩽0,3	Șablon	0,43	0,46	0,56	0,60	0,45	0,49	0,56	0,65
			Șubler 250	0,55	0,58	0,64	0,72	0,57	0,61	0,68	0,77
			Șubler >250	0,77	0,80	0,86	0,94	0,79	0,83	0,90	0,99

6.3.4. Determinarea timpului de adaos ($t_{dt} + t_{do} + t_{on}$).

Determinarea timpilor de deservire tehnică, t_{dt}, de deservire organizatorică, t_{do} și de odihnă și necesități fiziologice, t_{on} care constituie așa-zisul timp de

Tabelul 6.25. **Timpul ajutător, t_{a4}, legat de fază**

Caracterul prelucrării și modul de așezare a cuțitului pentru așchiere			Toleranța cotei de măsurat, mm	Sculă de măsurat
Rabotarea suprafețelor plane orizontale, verticale și caneluri	Cu așezarea cuțitului	După trasaj	—	—
		După tambur gradat	—	—
		După cale de măsurat	—	—
	Cu luarea unei așchii de probă		>0,2	Șablon Riglă Șubler Șubler de adîncime
	Cu luarea a două așchii de probă		⩽0,2	Șablon Șubler Șubler de adîncime

Tabelul 6.26. **Timpul ajutător, t_{a4}, legat de fază**

Modul așezării cuțitului pentru așchiere		Toleranța cotei măsurate mm	Aparatul de măsurat	Dimensiunea de măsurat	Rabotarea Grupa de mașini, ⩽500 Lățimea de rabotat, 50 / 100 / 250 Timpul a / b / c
Cu așezarea cuțitului	După trasaj				0,25 / 0,29 / 0,41
	După tambur gradat				0,20 / 0,24 / 0,36
	După cale de măsurat				0,15 / 0,17 / 0,23
Cu luarea unei așchii de probă		>0,2	Șablon riglă	— —	0,22 / 0,26 / 0,38 0,35 / 0,39 / 0,57
			Șubler	⩽250 >250	0,41 / 0,47 / 0,65 0,52 / 0,58 / 0,76
			Șubler de adîncime	—	0,43 / 0,49 / 0,67
Cu luarea a două așchii de probă		⩽0,2	Șablon	—	0,56 / 0,64 / 0,88
			Șubler	⩽250 >250	0,68 / 0,76 / 1,00 0,90 / 0,98 / 1,22
			Șubler de adîncime	—	0,76 / 0,84 / 1,08

adaos în funcție de natura prelucrării, pe mașini de rabotat sau pe mașini de mortezat, se face folosindu-se datele cuprinse în tabelele 6.28 și 6.29.

la prelucrarea suprafeţelor pe raboteză

Dimensiunea ce se măsoară, mm	Lungimea maximă de rabotat, mm							
	≤ 2000				2000...6000			
	Lăţimea de rabotat, mm, pînă la:							
	50	100	250	500	50	100	250	500
	Timpul ajutător t_{aj}, în minute							
	a	b	c	d	e	f	g	h
—	0,40	0,44	0,54	0,72	0,44	0,48	0,60	0,78
—	0,27	0,29	0,34	0,43	0,30	0,32	0,38	0,47
—	0,33	0,35	0,40	0,49	0,37	0,39	0,45	0,54
—	0,45	0,47	0,52	0,61	0,51	0,53	0,59	0,68
—	0,55	0,61	0,76	1,03	0,60	0,66	0,84	1,11
≤250	0,61	0,67	0,82	1,09	0,66	0,72	0,90	1,17
>250	0,72	0,78	0,93	1,20	0,77	0,83	1,01	1,28
—	0,65	0,71	0,86	1,13	0,70	0,76	0,94	1,21
—	0,86	0,94	1,14	1,50	0,94	1,02	1,26	1,62
≤250	0,92	1,00	1,20	1,56	1,00	1,08	1,32	1,68
>250	1,03	1,11	1,31	1,67	1,11	1,17	1,43	1,79
—	0,96	1,04	1,24	1,60	1,04	1,12	1,36	1,72

la rabotarea suprafeţelor pe şeping

suprafeţelor plane					Rabotarea suprafeţelor verticale (laterale), canelare şi retezare					
lungimea maximă de rabotat, mm, pînă la:										
>500					≤500			>500		
în mm, pînă la:										
500	50	100	250	500	50	100	250	50	100	250
ajutător t_{aj}, în minute										
d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
0,63	0,34	0,38	0,52	0,74	0,33	0,41	0,73	0,38	0,48	0,82
0,58	0,29	0,33	0,47	0,69	0,28	0,36	0,68	0,33	0,43	0,79
0,34	0,19	0,21	0,28	0,39	0,19	0,23	0,39	0,21	0,26	0,43
0,60	0,30	0,34	0,48	0,70	0,30	0,38	0,70	0,34	0,44	0,78
0,90	0,46	0,52	0,73	1,06	0,47	0,59	1,07	0,54	0,69	1,20
0,98	0,54	0,60	0,81	1,14	0,53	0,65	1,13	0,60	0,75	1,26
1,09	0,65	0,71	0,92	1,25	0,64	0,76	0,24	0,71	0,86	1,37
1,00	0,56	0,62	0,83	1,16	0,55	0,67	1,15	0,62	0,77	1,28
1,32	0,74	0,82	1,10	1,54	0,72	0,88	1,52	0,82	1,02	1,70
1,44	0,86	0,94	1,22	1,66	0,84	1,00	1,64	0,94	1,14	1,82
1,66	1,08	1,16	1,44	1,88	1,06	1,22	1,86	1,16	1,36	2,04
1,52	0,94	1,02	0,30	1,74	0,92	1,08	1,72	1,10	1,21	1,89

Timpul de deservire tehnică şi organizatorică variază cu tipul maşinii-unelte (raboteză, şeping sau morteză) şi cu lungimea cursei de lucru.

Tabelul 6.28. **Timpii de adaos, t_{dt}, t_{do} și t_{on} la prelucrarea suprafețelor prin rabotare**

Timpul de deservire tehnică și organizatorică t_{dt} și t_{do}						Timpul de odihnă și necesități fiziologice t_{on}				
Timpul în %,	Numărul suporturilor port-cuțit în lucru		Mașina-unealtă: Roabotează, Lungimea cursei, mm: 2000	4000	Șeping, ⩽500	Timp operativ min	Timp ajutător (manual și mecanic-manual), în % din timpul operativ	Masa piesei, kg: ⩽12	12—20	>20
			Timpul, min: a	b	c			Timpul t_{on}, % din timpul operativ: a	b	c
Timp de deservire tehnică în % din timpul de bază	1—2	A	2,5	3,0	2,0	⩽2,50	>50	4,00	4,50	—
		B	5,5	6,0	5,0		⩽50	3,50	4,00	—
	3—4	A	4,5	5,5	—	>2,50	>50	3,10	3,50	
		B	10,5	11,5	—		⩽50			3,00
Timpul de deservire organizatorică în % din timpul operativ			1,7	2,4	1,0					

Observație. A simbolizează ascuțirea sculelor centralizat, iar *B* — ascuțirea sculelor de muncitor

Tabelul 6.29. **Timpii de adaos t_{dt}, t_{do} și t_{on} la prelucrarea suprafețelor prin mortezare**

		Lungimea cursei, în mm: ⩽400	>400
		Timp, în minute	
Timpul de deservire tehnică, % din timpul de bază	A	2,0	
	B	5,0	
Timpul de deservire organizatorică, % din timpul operațional		1,00	

Observație. A simbolizează ascuțirea centralizată, iar B ascuțirea se face de muncitor

2 — *Timpul de odihnă și necesități fiziologice (t_{on})*

Timpul operativ, min.	Timpul ajutător (manual și mecanic-manual), % din timpul operativ	Masa presei, kg: ⩽12	13—20	> 20
		Timpul t_{on}, % din timpul operativ: a	b	c
⩽2,50	>50	4,00	4,50	—
	⩽50	3,50	4,00	—
>2,50	>50	3,00	3,50	3,50
	⩽50		3,00	

6.4. Exemplu de calcul al normei de timp la rabotare și mortezare

6.4.1. Calculul normei de timp pentru operații de rabotare

Să se determine norma de timp a operației de prelucrare prin rabotare a suprafeței plane *1* a piesei reprezentate în fig. 6.1. Materialul piesei : fontă cenușie. Cuțitul din oțel rapid 30×45 cu $\chi = 45°$.

Se utilizează mașina de rabotat cu cuțit mobil S 425 B cu următoarele caracteristici : gama curselor duble pe minut ale berbecului : 14 . . .105 ; lungimea mesei : 425 mm ; lățimea mesei 310 mm ; deplasarea transversală a mesei : 480 mm ; gama avansurilor mesei 0,2...

... 0,8 mm/cursă dublă ; numărul avansurilor automate transversale ale mesei : 4 ; deplasarea verticală a saniei portcuțit: 140 mm ; numărul avansurilor saniei portcuțit: 4 ; gama avansurilor saniei portcuțit : 0,25...1 ; unghiul de rotire a saniei port cuțit : ±60°.

a. *Determinarea timpului de pregătire-încheiere*, T_{pi}. Prinderea piesei pe masa mașinii cu șuruburi și bride și lungimea cursei de lucru sub 500 mm sînt condiții ce determină, conform tabelului 6.1, valoarea $T_{pi} = 7$ min.

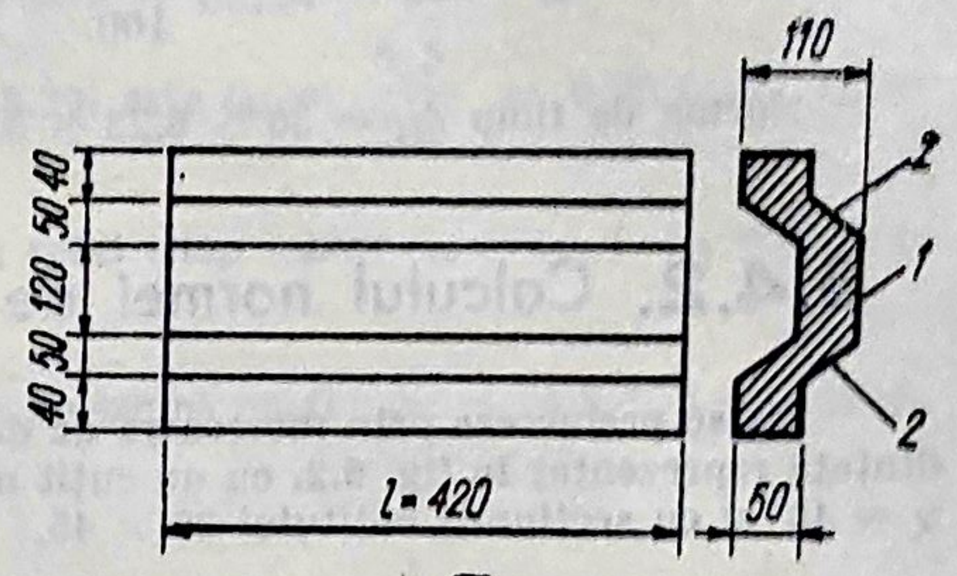


Fig. 6.1. Exemplu de prelucrare prin mortezare.

Timpul de bază, $t_b = \frac{B}{n \cdot s} = \frac{b + b_1 + b_2}{n \cdot s}$

se determină astfel: se adoptă un cuțit de rabotat cu unghiul principal de atac $\chi = 45°$ și se va prelucra cu o adîncime de așchiere $t = 4$ mm, pentru îndepărtarea întregului adaos de prelucrare dintr-o trecere, în care caz, din tabelul 6.3 rezultă $b_1 = 4$ mm ; $b_2 = 2$ mm ; $l_1 + l_2 = 75$ mm.

Lățimea piesei de prelucrat $b = 120$ mm ; lungimea piesei $l = 420$ mm. Rezultă $B = b + b_1 + b_2 = 126$ mm și $L = l + l_1 + l_2 = 495$ mm.

Avansul, conform tabelului 6.5, pentru cazul prelucrării fontei cenușii cu sculă din oțel rapid, la o adîncime de așchiere $t = 4$ mm, cu $\chi = 45°$, va fi $s = 2{,}00$ mm/cursă dublă.

Coeficienții de corecție ai avansului în condițiile de lucru sînt (tabelul 6.5) : pentru duritatea 200 HB, $k_1 = 1$; pentru o suprafață cu crustă, $k_2 = 1$; pentru o rigiditate ridicată a sistemului tehnologic, $k_3 = 1$; pentru o lungime în consolă a cuțitului, $l_c = 2{,}5\ h$, $k_4 = 1$.

Deci $s = 2$ mm pe cursă dublă. Avansul este admisibil în raport cu rezistența sculei (tabelul 6.13).

b. *Determinarea numărului de curse duble/minut.* În scopul determinării de curse duble pe minut se calculează mai întîi viteza de așchiere cu relația $v_p = \frac{C_v}{T^m t^x v_s y_v} K_{vp}$.

Din tabelul 6.15 rezultă următoarele date : $C_v = 39{,}2$; $m = 0{,}10$; $x_v = 0{,}15$; $y_v = 0{,}40$.

Valoarea coeficientului de corecție a vitezei de așchiere K_{vp} este dată de produsul următorilor coeficienți (tabelul 6.15) : pentru durabilitatea adoptată $T = 60'$, $K_{Tv} = 1{,}07$; pentru fontă cenușie cu $HB = 200$, $K_{mv} = 0{,}79$; pentru unghiul de atac principal $\chi = 45°$, $K_v = 1$; pentru unghiul de atac secundar $\chi_1 = 10°$, $K_1 = 1$; pentru raza de rotunjire a cuțitului $r = 3$ mm, $K_{rv} = 1$; pentru uzură de 1 mm pe fața de așezare a unui cuțit normal, rezultă un coeficient $K_{hv} = 0{,}86$; pentru suprafață fără crustă, coeficientul $K_{sv} = 1{,}0$.

Cu aceste date se obține $v = \frac{39{,}2}{60^{0.10} \cdot 4^{0.15} \cdot 2^{0.40}} = 16{,}26$ m/min

c. *Determinarea numărului de curse duble pe minut* : $n = \frac{v}{2L} = \frac{16{,}26}{20{,}495} = \frac{16{,}26}{0{,}990} = 18$ curse duble/minut.

d. *Timpul de bază.* Are valoarea : $t_b = \frac{B}{n \cdot s} = \frac{126}{18 \cdot 0{,}2} = \frac{126}{3{,}6} = 35$ min.

e. *Timpul ajutător* t_{a1} (tabelul 6.19), în cazul fixării piesei pe masa mașinii cu șuruburi și bride, cu suprafața de așchiere neprelucrată, cu verificarea așezării efectuată cu paralelul la o piesă avînd masa de 30 kg, $t_{a1} = 4{,}7$ min.

f. *Timpul ajutător*, t_{a2} (tabelul 6.21), va fi : $t_{a2} = 0{,}04 + 0{,}09 + 0{,}04 + 0{,}70 = 0{,}87$ min.

g. *Timpul ajutător*, t_{a3} (tabelul 6.23) în cazul măsurării cu șublerul, este $t_3 = 0{,}20$ min.

h. *Timpul ajutător*, t_{a4} (tabelul 6.26), pentru cuțitul după trasaj, va fi $t_{a4} = 0{,}41$ min.

i. *Timpul ajutător total* $t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} + t_{a4} = 4{,}7 + 0{,}87 + 0{,}25 + 0{,}41 = 6{,}23$ min.

j. *Timpul operațional* $t_b + t_a = 35 + 6{,}23 = 41{,}23$ min.

Timpii de adaos (tabelul 6.28) :

$$t_{at} + t_{ao} + t_{on} = \frac{5 \cdot 35}{100} + \frac{41{,}23}{100} + \frac{41{,}23 \cdot 3}{100} = 3{,}29 \text{ min.}$$

Norma de timp $N_t = 35 + 6.23 + 3{,}29 = 44{,}52$ min.

6.4.2. Calculul normei de timp pentru operații de mortezare

Să se prelucreze prin mortezare de degroșare canalul de pană la semifabricatul de roată dințată reprezentat în fig. 6.2, cu un cuțit normal din oțel rapid, cu unghiul de atac principal $\chi = 45°$ și cu secțiunea cuțitului 30 × 45.

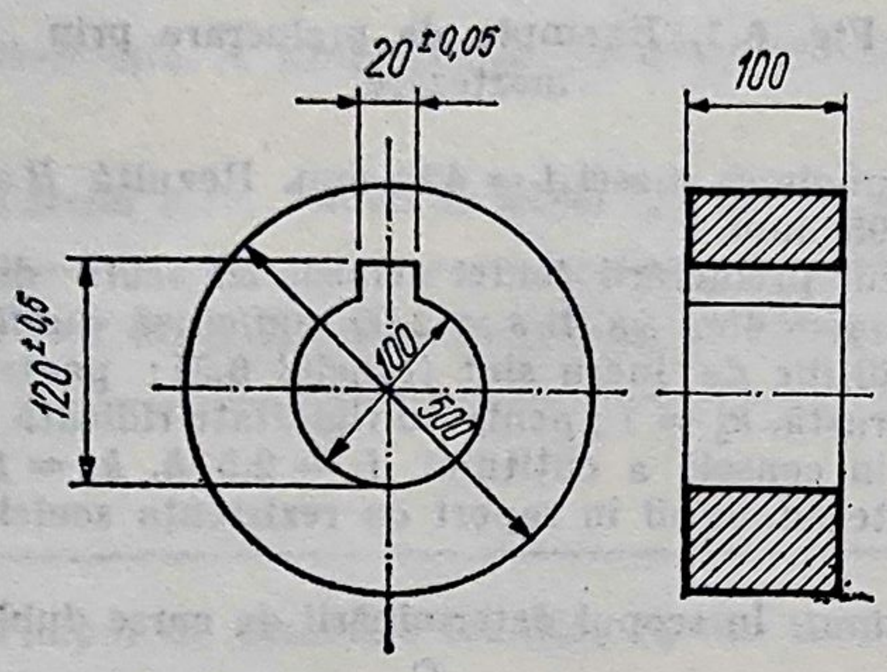


Fig. 6.2. Exemplu de prelucrare prin rabotare.

a. *Determinarea timpului de pregătire-încheiere* T_{pi} pentru prinderea piesei pe masa mașinii în șuruburi și bride, lungimea cursei — sub 400 mm, montarea unui opritor la deplasarea mesei mașinii, se face conform tabelului 6.22 :

$$T_{pi} = 7{,}0 + 6{,}0 + 1{,}80 = 14{,}80 \text{ min.}$$

b. *Lungimea cursei de mortezat* (v. tabelul 6.4) este $L = l + l_1 + l_2 = 100 + 35 = 135$ min.

Avansul (mm/cursă dublă), în cazul prelucrării canalelor unei găuri cu diametrul D=100 mm și cu lungimea canalului de 100 mm, conform datelor din tabelul 6.24, este $s = 0{,}18 \ldots 0{,}22$ mm/cursă dublă.

Se adoptă $s = 0{,}200$ mm/cursa dublă pentru a se obține un număr întreg de curse duble, $n = 20/0{,}2 = 100$ curse duble.

c. *Determinarea vitezei de așchiere.* Viteza de așchiere se determină cu relația (tabelul 6.17) $v_p = \dfrac{19{,}2}{T^{0{,}25} \cdot s^{0{,}66}} K_{vp}$ [m/min].

Din tabelul 6.17 rezultă următoarele date pentru determinarea coeficientului K_{vp} : în funcție de durabilitatea sculei așchietoare, adoptînd $T = 60$ min, $k_1 = 1{,}41$; în funcție de rezistența materialului de prelucrat, cînd $\sigma_r \leqslant 60$ daN/mm², $k_2 = 1$; în funcție de starea suprafeței de prelucrat, semifabricatul fiind forjat cu crustă, $k_3 = 0{,}9$; în funcție de lungimea și felul canalului $k_4 = 1{,}0$. Rezultă $K_{vp} = 1{,}41 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = 1{,}269$ și $v_p = \dfrac{19{,}2 \cdot 1{,}269}{60^{0{,}25} \cdot 2^{0{,}66}} = \dfrac{24{,}36}{4{,}39} =$

$= 5{,}5$ m/min.

d. *Numărul de curse duble pe minut* rezultă $n = \dfrac{v}{2L} = \dfrac{5\,500}{270} = 20{,}37$ curse duble/minut.

e. *Timpul de bază* are valoarea $t_b = \dfrac{H}{n \cdot s} = \dfrac{20}{20{,}37 \cdot 0{,}2} = \dfrac{20}{4{,}664} = 5$ min.

f. *Timpul ajutător* t_{a1} (tabelul 6.20), în cazul cînd suprafața de așezare este prelucrată iar masa piesei este de 15 kg, rezultă $t_{a1} = 1{,}45$ min.

g. *Timpul ajutător* t_{a2} (tabelul 6.22) este determinat de timpul necesar următoarelor mînuiri : apropierea piesei de cuțit 100 mm : 0,10 min ; rotirea cu 60° a piesei : 0,16 min ; cuplarea avansului 0,03 min ; schimbarea vitezei de lucru: 0,08 min ; schimbarea lungimii cursei : 0,13 min ; montarea și demontarea cuțitului de degroșare : 0,70 min ; rezultă $t_{a2} = 1{,}20$ min.

h. *Timpul ajutător* t_{a3} (tabelul 6.27), în cazul măsurării lățimii și adîncimii canalului cu șublerul și cu șublerul de adîncime, este $t_{a3} = 0{,}16 + 0{,}21 = 0{,}37$ min.

i. *Timpul ajutător* t_{aj} (tabelul 6.27), în cazul prelucrării cu așezarea cuțitului după trasaj și cu luarea unei așchii de probă, este $t_{aj} = 0{,}19$ min.

j. *Timpul ajutător* total este $t_a = 1{,}45 + 1{,}20 + 0{,}37 + 0{,}19 = 3{,}21$ min.

k. *Timpul operativ* va fi $t_b + t_a = 5 + 3{,}21 = 8{,}21$ min.

l. *Timpul de adaus* ($t_{ad} + t_{do} + t_{on}$) (tabelul 6.29) este $t_{ad} = \frac{5 \cdot 5}{100} = 0{,}25$ min; $t_{do} = \frac{8{,}21}{100} = 0{,}08$ min; $t_{on} = \frac{3{,}5 \cdot 8{,}21}{100} = 0{,}28$ min; total timp adaus $t_{ad} + t_{do} + t_{on} = 0{,}25 + 0{,}08 + 0{,}28 = 0{,}61$ min.

m. *Timpul de prelucrare a canalului* (norma de timp) va fi: $N_t = 14{,}8 + 5 + 3{,}21 + 0{,}61 = 23{,}62$ min.

Capitolul 7

NORMAREA LUCRĂRILOR DE FILETARE

7.1. Generalităţi

Procesul tehnologic de prelucrare a filetelor se alege în funcţie de rolul funcţional al piesei filetate şi de precizia impusă.

Prelucrarea filetelor se poate face prin aşchiere sau prin rulare (deformare plastică).

Filetele exterioare se prelucrează prin aşchiere cu ajutorul cuţitelor profilate (cu profilul golului dintre spire), cuţitelor pieptene de filetat, capetelor de filetat poziţionate coaxial cu piesa sau excentric (în vîrtej), filierelor, frezelor, discurilor abrazive etc.

Filetele interioare se pot prelucra prin aşchiere cu ajutorul cuţitelor profilate, tarozilor şi frezelor de filetat.

7.2. Prelucrarea filetelor cu cuţite profilate

Procesul de prelucrare a filetelor cu ajutorul cuţitelor profilate şi cuţitelor pieptene este specific producţiei individuale şi de serie mică. Prelucrarea se face pe strunguri universale şi, uneori, pe strunguri revolver.

Schema de aşchiere se stabileşte în funcţie de pasul filetului. Pentru $p \leqslant 2{,}5$ mm, avansul de pătrundere se dă, în direcţie radială (perpendicular pe axa piesei), atît pentru degroşare cît şi pentru finisare (fig. 7.1*a*), cuprins între 0,05...0,2 mm. Pentru $p > 2{,}5$ mm, avansul de pătrundere, la degroşare, se dă paralel cu unul din flancurile filetului (fig. 7.1,*b*) iar pentru finisare — se dă în direcţie radială (fig. 7.1, *c*).

Pentru filete exterioare se pot folosi cuţite normale, cuţite tangenţiale şi cuţite-disc, iar pentru filete interioare se pot folosi cuţite normale şi cuţite-disc.

Prelucrarea filetelor pe strunguri de precizie, fără liniale de corecţie, asigură o precizie a pasului de 0,01mm pe lungimea de 50 mm, 0,015 mm pe lungimea de

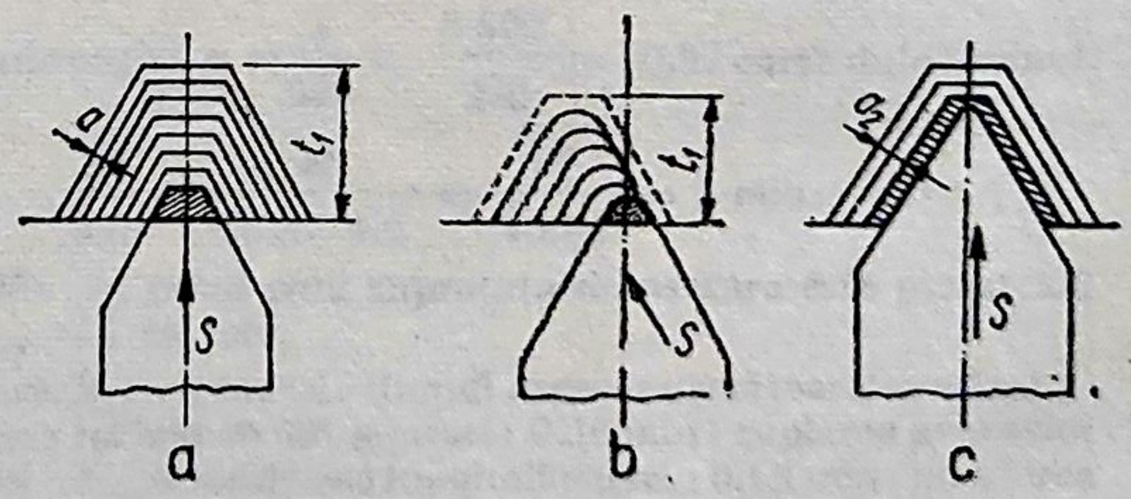


Fig. 7.1 Tipurile de avans la strunjirea filetelor:
a – cu avans radial; *b* – cu avans paralel cu un flanc al filetului (la degroşare); *c* – cu avans radial (la finisare).

150 mm și de 0,02 mm pe lungimea filetului de 300 mm, pe cînd la utilizarea linialelor de corecție, se asigură o precizie de 0,003 mm, 0,004 mm și 0,005 mm pe lungimile filetate menționate mai înainte.

7.2.1. Relația normei de timp și determinarea elementelor componente ale acesteia

Norma de timp pe bucată se calculează cu relația

$$N_t = \frac{T_{pt}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} \qquad (7.1)$$

în care elementele componente au definițiile date în capitolul 3.

7.2.1.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere. Timpul de pregătire-încheiere T_{pt} este dat în tabelul 7.1 în funcție de înălțimea vîrfurilor strungului și de metoda de așezare a piesei.

Tabelul 7.1. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pt}, min, la prelucrarea filetelor interioare și exterioare cu cuțite de filetat**

Poz.	Modul de așezare a piesei	Nr. de scule aschietoare reglate	Înălțimea vîrfurilor mm pînă la: 200	300
			Timpul T_{pt} min	
1	În universal autocentrant	2	9	12
		3..4	11	14
2	În universal cu patru bacuri	2	11	14
		3..4	13	16
3	Pe dornul de la axul principal	2	6	7,5
		3..4	8	7,5
4	Între vîrfuri	2	6	7,5
		3..4	8	7,5

7.2.1.2. Determinarea timpului de bază. Timpul de bază t_b se calculează cu relația

$$t_b = \frac{l + (2...3)p}{n.p} \quad [\text{min}] \qquad (7.2)$$

în care l este lungimea filetului, mm p — pasul filetului mm și n-turația piesei rot/min.

Timpul pentru înapoierea căruciorului se stabilește cu relația

$$t_{gol} = t_b \cdot \frac{n}{n_{gol}} \quad [\text{min}] \qquad (7.3)$$

în care $\frac{n}{n_{gol}}$ este raportul între turația n a axului principal la cursa de lucru și turația n_{gol} la cursa de întoarcere. Valoarea acestui raport se găsește în cartea tehnică a mașinii.

Pentru determinarea timpului de bază este necesară valoarea avansului longitudinal (egală cu pasul filetului), a avansului de pătrundere,

care va determina numărul de treceri pentru obținerea profilului corect, a vitezei de așchiere, cu ajutorul căreia să se determine turația piesei.

Avansul longitudinal, p, se stabilește egal cu pasul filetului.

Avansul de pătrundere, t, conform schemelor din fig. 7.1, se obține din raportul înălțimii filetului la numărul trecerilor indicat în tabelele 7.2 și 7.3. Avansul transversal la trecerile de finisare se alege de două ori mai mic decît la trecerile de degroșare.

Tabelul 7.2. **Numărul de treceri la filetarea fără prag cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice (P10 pentru oțel și K40 pentru fontă)**

Pasul filetului p, mm		Filet exterior						Filet interior					
		1,5	2	3	4	5	6	1,5	2	3	4	5	6
Degroșare	Oțel σ_r, daN/mm² $\leqslant 75$	2	2	3	4	5	6	3	3	4	5	6	7
	Oțel σ_r, daN/mm² >75	3	3	5	6	7	8	4	4	6	7	8	9
	Fontă	2	2	3	4	4	5	3	3	4	5	5	6
Finisare	Oțel	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Fontă	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabelul 7.3 **Numărul de treceri la filetarea fără prag cu cuțite din oțel rapid Rp3**

Pasul filetului p mm	Filet exterior						Filet interior					
	Materialul de prelucrat											
	Oțel carbon		Oțel aliat și turnat		Fontă		Oțel carbon		Oțel aliat și turnat		Fontă	
	Numărul de treceri											
	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
1,25	4	2	5	3	4	2	5	3	6	4	5	3
1,5	4	2	5	3	4	2	5	3	6	4	5	3
1,75	5	3	6	4	5	3	6	3	7	4	6	3
2,0	6	3	7	4	6	3	7	4	8	5	7	3
2,5	6	3	7	4	6	3	7	4	9	5	7	3
3,0	6	3	7	4	6	3	7	4	9	5	7	3
3,5	7	4	8	5	6	3	8	4	10	6	7	3
4,0	7	4	9	5	6	3	9	4	11	6	7	3
4,5	7	4	9	5	6	3	9	4	11	6	7	3
5,0	8	4	10	5	6	4	10	5	12	7	8	4
5,5	8	4	10	5	6	4	10	5	12	7	8	4
6,0	9	4	12	5	6	4	12	5	13	7	8	5

Notații: D — degroșare; F — finisare.

În cazul prelucrării de degroșare se recomandă ca, pe lîngă deplasarea perpendiculară pe axa piesei, cuțitul să se deplaseze după fiecare trecere și în sens axial (fig. 7. 2), pentru îmbunătățirea condițiilor de așchiere. Deplasările recomandate sînt: 0,1 . . . 0,15 mm pentru piesele netratate termic; 0,05 . . . 0,08 mm pentru oțeluri îmbunătățite cu $\sigma_r = 105 \ldots 125$ daN/mm²; 0,03 . . . 0,05 mm pentru oțeluri îmbunătățite cu $\sigma_r > 125$ daN/mm².

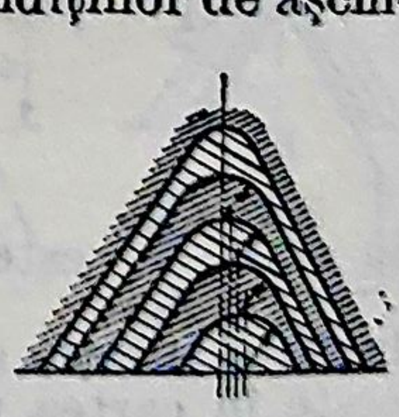


Fig. 7.2. Deplasările axiale ale sculei la degroșarea filetului.

Viteza de așchiere, v se determină cu o relație de forma

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot p^y \cdot t^z} \quad [\text{m/min}], \qquad (7.4)$$

în care C_v este un coeficient care ține seama de natura materialului, i — numărul de treceri, T — durabilitatea economică a cuțitului, min, p — pasul filetului, mm, iar t — avansul de pătrundere, mm.

Tabelul 7.4. **Viteza de așchiere la filetarea fără prag cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice (P10 pentru oțel și K40 pentru fontă)**

Tipul filetului	O	50		50...60		61...70		71...84		85...100		> 100	
	F	160		161...179		180...200		201...219		220...240		> 240	
	Pasul p mm	Viteza de așchiere v, m/min.											
		Oțel	Fontă	Oțel	Fontă	Oțel	Fontă	Oțel	Fontă	Oțel	Fontă	Oțel	Fontă
Filet exterior	1,5	108	39	96	34	94	29	83	25	70	22	59	19
	2	100	43	89	38	87	33	78	29	66	26	56	23
	3	97	48	86	42	84	37	75	33	64	30	54	27
	4	94	52	84	45	82	40	73	36	62	33	52	30
	5	93	52	83	45	80	40	71	36	60	33	51	30
	6	92	55	82	49	78	43	69	39	58	36	50	33
Filet interior	1,5	95	35	85	31	80	28	72	25	61	23	52	21
	2	88	38	78	34	74	30	65	27	55	25	47	23
	3	83	40	73	36	70	32	62	28	53	26	45	24
	4	79	44	70	39	67	35	60	31	51	28	43	25
	5	77	44	68	39	65	35	58	31	49	28	42	25
	6	75	47	67	42	64	37	57	33	48	30	41	27

Notații; O — oțel cu σ_r, în daN/mm²; F — fontă cu HB, daN/mm².

În tabelul 7.4 se dau valori pentru viteza de așchiere la filetarea fără prag cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice P10 pentru oțel și K40 pentru fontă, iar în tabelul 7.5 sînt dați coeficienții de corecție ai vitezei.

Tabelul 7.5. **Coeficienți pentru corectarea vitezei de așchieer din tabelul 7.4**

Durabilitatea economică a cuțitului T, min.		20	30	45	60	90	120
Coeficient de corecție K_T	Oțel	1,25	1,15	1,06	1,00	0,92	0,87
	Fontă	1,45	1,27	1,10	1,00	0,87	0,79

Grupa de utilizare a plăcuței pentru oțel	P01	P10	P20	P30
Coeficient de corecție, K_p	1,4	1,0	0,8	0,55
Grupa de utilizare a plăcuței pentru fontă	K01	K10	K20	K40
Coeficient de corecție, K_p	1,5	1,4	1,2	1,0

În tabelul 7.6 sînt date valori pentru viteza de așchiere la prelucrarea filetelor fără prag a oțelurilor-carbon cu $\sigma_r = 75$ daN/mm² cu cuțite din oțel rapid Rp 3 iar în tabelul 7.7 sînt coeficienții de corecție ai acestor viteze de așchiere.

În tabelul 7.8 sînt date valori pentru viteza de așchiere la prelucrarea filetelor, fără prag, la fontele cenușii cu $HB = 190$, cu cuțite din oțel rapid Rp 3, iar în tabelul 7.9 sînt dați coeficienții de corecție ai acestor viteze.

În tabelul 7.10 sînt date valori pentru viteza de așchiere la prelucrarea filetelor cu prag la oțeluri și fonte cu cuțite prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice iar în tabelul 7.11 — valori pentru aceleași tipuri de filete și materiale la prelucrarea cu cuțite din oțel rapid Rp 3.

Pentru durabilitatea economică a cuțitelor, T min, se recomandă următoarele valori: $T = 30$ min pentru cuțite cu plăcuțe din carburi

Tabelul 7.6. **Viteza de aşchiere la filetarea fără prag a oţelului carbon, cu $\sigma_r = 75$ daN/mm² cu cuţite din oţel rapid RP²**

Pasul filetului p, mm	Filet exterior			Filet interior		
	Tipul operaţiei :					
	Degroşare	Finisare	Calibrare	Degroşare	Finisare	Calibrare
1,25	34	60	4	28	49	4
1,50	32	58	4	26	46	4
1,75	30	56	4	25	43	4
2,00	28	52	4	24	40	4
2,50	27	48	4	22	38	4
3,00	23	42	4	19	34	4
3,50	22	38	4	19	30	4
4,00	20	36	4	17	20	4
4,50	19	33	4	15	26	4
5,00	19	32	4	14	25	4
5,50	17	31	4	13	24	4
6,00	17	25	4	13	22	4

Tabelul 7.7 **Coeficienţi pentru corectarea vitezei de aşchiere din tabelul 7.6 în funcţie de calitatea materialului prelucrat, durabilitatea economică a cuţitului şi răcire**

a) Grupa oţelului	Calitatea oţelului	Coeficient de corecţie, K_σ
Pentru automate	Aut 9, Aut 12, Aut 20	3,30
	Aut 30	2,62
	Aut 40M	2,01
Oţel de uz general pentru construcţii	OL 32, OL 34, OL 37, OL 42	2,20
	OL 44, OL 50, OL 52	1,67
	OL 60	1,28
	OL 70	1,00
Oţel carbon de calitate	OLC 10, OLC 15	2,20
	OLC 25	2.00
	OLC 35	1,67
	OLC 45, OLC 55	1,28
	OLC 60	1,00
Oţel carbon turnat în piese	OT 40	2,20
	OT 45, OT 50	2,00
	OT 55, OT 60	1,67
Oţel crom-nichel	13 CN 30	0,90
	15 CN 15	0,72
	41 CN 12	0,57
Oţel crom	15 C 08	1,02
	40 C 10	0,47
Oţel mangan	36 M 17	0,80
	65 M 10	0,70
Oţel crom-mangan	18 NC 10	0,40
Oţel crom-molibden	33 Mo C 11	0,56
	41 Mo C 11	0,44
Oţel mangan-siliciu	35 MS 12	0,56
Oţel crom-vanadiu	50 VC 11	0,44
Oţel carbon pentru scule	OSC 7, OSC 8, OSC 9, OSC 10, OSC 11	1,02
	OSC 12, OSC 13	0,80

b) Durabilitatea economică a cuţitului	Durabl.ec. a cuţitului, T,min	30	45	60	90	120	180
	Coef. de corecţie, K_T	1,19	1,08	1,00	0,90	0,84	0,76

c) Răcirea	Condiţiile de lucru	Cu răcire	Fără răcire
	Coef. de corecţie, K_r	1,00	0,80

Tabelul 7.8. **Viteza de așchiere la filetarea fără prag, a fontelor conușii $HB = 190$ daN/mm², cu cuțit din oțel rapid RP3**

Pasul filetului p mm	Filet exterior			Filet interior		
	Tipul operației					
	Degroșare	Finisare	Calibrare	Degroșare	Finisare	Calibrare
	Viteza de așchiere, m/min.					
1,25	19	34		15,5	30	
1,5	18	32,5		14,5	28,5	
1,75	17	31		14,0	27	
2,00	15,5	29		13,5	25	
2,5	15	27		12	23	
3,0	13	23,5		10,5	21	
3,5	12,5	21	2	10,5	18,5	2
4,0	11	20		9,5	18	
4,5	10,5	18,5		8,5	16	
5,0	10,5	18		8	15,5	
5,5	9	17,5		7	15	
6,0	9	16		7	13,5	

metalice, la prelucrarea filetelor pe strunguri; $T = 60$ min la prelucrarea pe strunguri cu ciclu automat și la prelucrarea cu capete rotative; $T = 60$ min la prelucrarea cu cuțite din oțel rapid.

După calcularea, sau alegerea, vitezei de așchiere se determină *turația piesei*, n, rot/min, care intră în calculul timpului de bază, cu relația

$$n = \frac{1\,000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad \text{[rot/min]}, \quad (7.5)$$

în care V este viteza de așchiere, m/min, iar D este diametrul filetului, mm.

Tabelul 7.9 **Coeficienți pentru corectarea vitezei de așchiere din tabelul 7.8 în funcție de marca fontei, duritate și durabilitatea economică a cuțitului (filetare fără prag)**

Materialul de prelucrat		Duritate HB	140–160	161–180	181–200	201–220	221–240	241–300	301–380
Fontă cenușie	Fc 10	120–187	1,51	1,21	1,00	—	—	—	—
	Fc 15	143–229	1,51	1,21	1,00	0,85	0,72	—	—
	Fc 20	156–285	1,51	1,21	1,00	0,85	0,72	0,60	—
	Fc 25	170–302	—	1,21	1,00	0,85	0,72	0,60	0,50
	Fc 30	187–321	—	—	1,00	0,85	0,72	0,60	0,50
	Fc 35	207–321	—	—	—	0,85	0,72	0,60	0,50
	Fc 40	207–363	—	—	—	0,85	0,72	0,60	0,50
Fontă malleabilă neagră	Fmn 30.06	160	1,00	—	—	—	—	—	—
	Fmn 32.10	150	1,00	—	—	—	—	—	—
	Fmn 37.14	150	1,00	—	—	—	—	—	—
Fontă malleabilă albă	Fma 35.03	200	—	—	0,75	—	—	—	—
	Fma 42.04	220	—	—	—	0,65	—	—	—
Fontă cu grafit nodular	Fgn 42–12	150–220	1,30	1,21	1,00	—	—	—	—
	Fgn 60–22	210–280	—	—	0,90	0,85	0,22	0,60	—
Durabilitatea economică a cuțitului			30	45	60	90	120	180	200
Coeficient de corecție, K_T			1,11	1,05	1,00	0,94	0,90	0,85	0,75

Tabelul 7.12 **Timpul de prindere și desprindere t_{a1} la filetare pe strung**

Poz.	Procedeul de prindere a semifabricatului			Masa piesei, kg							
				0,25	0,50	1,00	3,00	5,00	8,00	12,00	20,00
				Timpul ta_1, min.							
1	În universala autocentrat, cu trei bacuri, cu strugere prin chele	Diametrul universalului	≤250	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,19	0,24	0,30
2			>250	—	—	0,18	0,22	0,26	0,30	0,36	0,45
3	Între vîrfuri	Cu inimă de antrenare		0,17	0,18	0,20	0,23	0,26	0,31	0,38	0,48
4		Fără inimă de antrenare		0,10	0,11	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,26

Tabelul 7.10, **Viteza de aşchiere la filetare cu prag a oţelului şi fontei, cu cuţit cu plăcuţe din carburi metalice**

Tipul filetului	Diametrul nominal d mm	Pasul p mm	Lăţimea degajării		Regim de lucru			
			Filet exterior f_1, mm	Filet interior f_2, mm	Turaţia piesei, rot/min		Viteza de aşchiere, m/min.	
					Filet exterior	Filet interior	Filet exterior	Filet interior
Filet metric normal	8— 9	1,25	2	3	790	680	30 —22,5	16 —18
	10— 11	1,5	3	3	670	640	21 —23	17 —18,5
	12	1,75	4	4	585	470	22	17,5
	14— 16	2,0	4	5	490	395	22 —23,5	17,5—19
	18— 22	2,5	5	6	370	297	22,5—24	18 —19,5
	24— 27	3,0	6	6	330	265	25 —28	20 —22,5
	30— 33	3,5	6	8	290	232	27 —30	22,5—24
	36— 39	4,0	8	10	250	200	28 —31	23 —25
	42— 45	4,5	10	10	220	177	29 —31,5	24 —25,5
	48— 52	5,0	10	12	200	160	30 —33	24 —26,5
	64—100	6,0	10	12	165	130	33,5—52	27 —41,5
Filet metric fin	12— 22	1,5	3	3	665	535	25 —46	20 —37
	24— 33	2,0	4	5	480	380	38 —52	30,5—42
	36— 52	3,0	6	8	382	308	38 —55	30,5—44
	56—100	4,0	8	8	250	200	44 —78,5	35 —63

Tabelul 7.11 **Viteza de aşchiere pentru filetarea cu prag a oţelului şi fontei, cu cuţit din oţel rapid Rp3**

Tipul filetului	Diametrul nominal d mm	Pasul p mm	Lăţimea degajării		Regim de lucru			
			Filet exterior f_1, mm	Filet interior f_2, mm	Turaţia piesei, rot/min		Viteza de aşchiere, m/min	
					Filet exterior	Filet interior	Filet exterior	Filet interior
Filet metric normal	8— 9	1,25	2	3	148	176	3,7— 4,2	4,4—5,0
	10— 11	1,5	3	3	185	147	5,8— 6,4	4,6— 5,1
	12	1,75	4	4	212	164	8,0	6,3
	14— 16	2,0	4	5	185	185	8,1— 9,3	8,1— 9,3
	18— 22	2,5	5	6	152	144	9,5— 9,7	8,2— 9,6
	24— 27	3,0	6	6	123	113	9,8—10,0	9,2—10,1
	30— 33	3,5	6	8	115	101	10,1—10,4	9,6—10,2
	36— 39	4,0	8	8	104	91	10,5—11,5	9,8—11,6
	42— 45	4,5	10	10	98	82	13,5—14,5	10,8—11,5
	48— 52	5,0	10	12	92	73	13,9—15,0	11,0—12,0
	54—100	6,0	10	12	77	62	15,5—24,2	12,4—19,3
Filet metric in	12— 22	1,5	3	3	185	147	7,0—12,7	5,5—10,2
	24— 33	2,0	4	5	175	140	14,0—19,2	11,3—15,3
	36— 52	3,0	6	8	113	91	13,0—16,2	12,0—13,1
	56—100	4,0	8	9	95	76	16,5—30,0	13,5—24,0

Tabelul 7.14, **Timpul de deservire a locului de munca şi timpul de odihnă şi necesităţii fiziologice la filetare pe strung**

Poz.	Natura timpului	Înălţimea vîrfurilor, mm, pînă la:	
		200	300
		Timpul, min.	
1	Timpul de deservire tehnică a locului de muncă, t_{dt}, în % din t_b	2,5	3,0
2	Timpul de deservire organizatorică a locului de muncă, t_{do}, şi timpul pentru odihnă şi necesităţi fiziologice, t_{on}, în % din t_{op}	3,0	3,2

7.2.1.3. **Determinarea timpilor ajutători, t_a.** În tabelul 7.12 sînt date valorile pentru timpul ajutător, t_{a1}, legat de prinderea și desprinderea piesei.

În tabelul 7.13 sînt date valori pentru timpul ajutător, t_{a2}, în funcție de comanda mașinii, și timpul ajutător t_{a5}, pentru măsurători.

Tabelul 7.13, **Timpul ajutător, t_{a2}, în legătură cu trecerea, pentru întoarcerea mecanică a căruciorului în poziția inițială la filetarea pe strung**

Poz.	Procedeul de executare a lucrării	Aparate de măsură	Diametrul filetului mm	Înălțimea vîrfurilor mașinii — unelte, mm, pînă la: 150	200	300
				Timpul ta_2, min,		
a) Timpul pentru mînuirile care fac parte din complexul de mînuiri						
1	Fără măsurări	—	—	0,10	0,12	0,13
2	Cu măsurări	Micrometru de filet	50	0,24	0,24	0,27
3			100	0,26	0,26	0,29
4			200	0,32	0,32	0,35
5			300	—	0,38	0,41
6		Calibru potcoavă de filet	50	0,20	0,20	0,23
7			100	0,24	0,24	0,27
8			200	0,25	0,25	0,28
9		Calibru tampon sau calibru-inel de filet	50	0,33	0,33	0,36
10			150	0,40	0,40	0,43
b) Timpul pentru mînuirile suplimentare care nu intră în complexul de mînuiri						
11	Schimbarea turației axului principal			0,04	0,05	0,07
12	Rotirea capului portcuțit			0,06	0,06	0,07

7.2.1.4. **Determinarea timpilor de deservire, t_d și a timpului de odihnă și necesități fiziologice, t_{on}.** Întrucît timpul de deservire organizatorică, t_{do}, și timpul de odihnă și necesități fiziologice, t_{on}, depind de timpul efectiv, în tabelul 7.14 sînt date, pentru acești timpi, valori în procente din timpul efectiv și valori pentru timpul de deservire tehnică, t_{dt}, în procente din timpul de bază.

7.2.2. Exemplu de calcul al normei de timp la filetarea cu cuțitul

Să se stabilească regimul de lucru și norma tehnică de timp la executarea filetului exterior M64 × 6 — STAS 510—61, al șurubului cu lungimea filetului de 150 mm, fără prag, din material 18 MC10 cu $\sigma_r = 90$ daN/mm², cu cuțit cu plăcuță din carburi metalice, din grupa de utilizare P20, durabilitatea cuțitului fiind $T = 30$ min.

a. *Numărul de treceri* se stabilește conform tabelului 7.2;

— numărul de treceri pentru degroșare este 8 (pentru filet exterior, oțel cu $\sigma_r > 75$ daN/mm² și pasul 6 mm);

— numărul de treceri pentru finisare este 2;

— numărul total de treceri 8 + 2 = 10.

b. *Viteza de așchiere* se alege din tabelul 7.4; pentru filet exterior cu pasul de 6 mm și $\sigma_r = 85...100$ daN/mm² se alege $v = 58$ m/min.

c. *Corectarea vitezei de aşchiere* se face cu coeficienţii aleşi conform tabelului 7.5; pentru durabilitatea economică $T = 30$; $K_T = 1{,}15$; pentru grupa de utilizare P20, $K_p = 0{,}8$. Viteza de aşchiere corectată este $v_c = v.k_T.K_p = 58 \cdot 1{,}15 \cdot 0{,}8 = 53{,}36$ m/min.

d. *Determinarea turaţiei axului principal*:

$$n = \frac{1\,000.v_c}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 53{,}36}{3{,}14 \cdot 64} = 265{,}52 \text{ rot/min.}$$

Se alege din cartea maşinii valoarea inferioară cea mai apropiată.

e. *Determinarea timpului de bază* pentru o trecere:

$$t_b = \frac{l + (2..3)p}{n.p} = \frac{150 + 3.6}{263{,}52 \cdot 6} = \frac{168}{1593{,}12} = 0{,}105 \text{ min.}$$

Pentru operaţie (adică pentru 10 treceri), timpul de bază va fi $0{,}105 \cdot 10 = 1{,}05$ min.

f. *Stabilirea timpului auxiliar.* Timpul de întoarcere în gol este $t_{gol} = t_b \frac{n}{n_{gol}} = 1{,}05 \frac{1}{1{,}25} = 0{,}84$ min. (n_{gol} se alege din cartea tehnică a strungului indicat de tehnolog; în acest exemplu s-a luat raportul 1/1,25, ca fiind cel mai uzual la strungurile prevăzute cu şurub conducător).

La numărul total de 10 treceri se execută 2 măsurări, pentru finisare, cu calibru inel. Deci sînt 8 treceri fără măsurări.

Din tabelul 7.13 se alege timpul auxiliar. La poziţia 1 — fără măsurări (pentru strung cu înălţimea vîrfurilor pînă la 200 mm) $t'_{a2} = 8.0{,}12 = 0{,}96$ min; la poziţia 9 (cu măsurare cu calibru tampon) $t''_{a2} = 2.0{,}33 = 0{,}66$ min. Deci $t_{a2} = t'_{a2} + t''_{a2} = 0{,}96 + 0{,}66 = 1{,}62$ min.

g. *Timpul pentru prinderea şi desprinderea pieselor* se determină în conformitate cu. datele din tabelul 7.12.

Astfel, pentru poziţia 2 şi masa piesei de 3 kg, rezultă $t_{a1} = 0{,}22$ min.

h. *Timpul pentru deservirea organizatorică a locului de muncă şi pentru necesităţi fiziologice*, stabilit în procente din timpul efectiv, este de 3%, conform tabelului 7.14; $t_e = t_b + t_{aol} = 1{,}05 + 0{,}84 = 1{,}89$ min; $t_{do} = 1{,}89 \cdot 0{,}03 = 0{,}0675$ min.

i. *Timpul de pregătire-încheiere* T_{pt} se stabileşte în conformitate cu datele din tabelul 7.1. Pentru 3 scule aşchietoare reglate şi pentru prelucrări în universal autocentrant, conform cu poziţia 1 din tabelul 7.1, rezultă $T_{pt} = 11$ min.

j. *Timpul de deservire tehnică a locului de muncă* se stabileşte în procente din timpul de bază, conform cu tabelul 7.14, poziţia 1; $t_{dt} = 1{,}05 \cdot 0{,}025 = 0{,}026$ min.

k. *Timpul unitar* T_u va fi $T_u = t_e + t_{a1} + t_{a2} + t_{do} + t_{dt} = 1{,}89 + 1{,}62 + 0{,}22 + 0{,}0675 + 0{,}026 = 3{,}81$ min.

l. *Norma de timp* considerînd lotul de 50 bucăţi va fi $N_t = T_{pt}/n + T_u = 11/50 + 3{,}81 = 0{,}22 + 3{,}81 = 4{,}03$ min.

7.3. Prelucrarea filetelor cu capete de filetat

Filetarea cu capete de filetat se poate face în două variante: cu cap de filetat aşezat coaxial cu piesa şi cu cap de filetat aşezat excentric. Cea de a doua variantă are o mai mare răspîndire datorită avantajelor pe care le prezintă.

În fig. 7.3 se prezintă schema filetării cu capete de filetat rotative cu axa excentrică (filetare în vîrtej).

Mişcarea principală este mişcarea de rotaţie a capului port cuţite. Mişcările de avans sînt: mişcarea de avans circular a piesei şi mişcarea de avans longitudinal a capului de filetat.

7.3.1. Relaţia normei de timp şi determinarea elementelor componente ale acesteia

Norma de timp pe bucată se calculează cu relaţia (7.1).

7.3.1.1. **Determinarea timpului de pregătire încheiere.** Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, în minute, se alege din tabelul 7.15.

7.3.1.2. **Determinarea timpului de bază.** Timpul de bază se calculează cu relaţia

$$t_b = \frac{l + 2p}{n_p \cdot p} \quad [\text{min}] \quad (7.6)$$

Pentru determinarea timpului de bază trebuie să se stabilească elementele regimului de aşchiere necesare calculării turaţiei piesei.

Avansul circular s_z, se determină din condiţia de calitate a prelucrării. În tabelul 7.16 se prezintă valorile recomandate pentru avansul circular la filetarea şuruburilor conducătoare cu profil trapezoidal.

Pentru raportul d_s/d (între diametrul d_s pe care se află vîrfurile cuţitelor şi diametrul d al semifabricatului, fig. 7.3) se recomandă ca la filetarea după principiul contactului interior să se adopte valori între 1,05...1,3, putînd ajunge pînă la 1,5, fără să se depăşească această valoare. La filetarea după principiul contactului exterior, se recomandă ca valoarea raportului să nu fie mai mică decît unitatea.

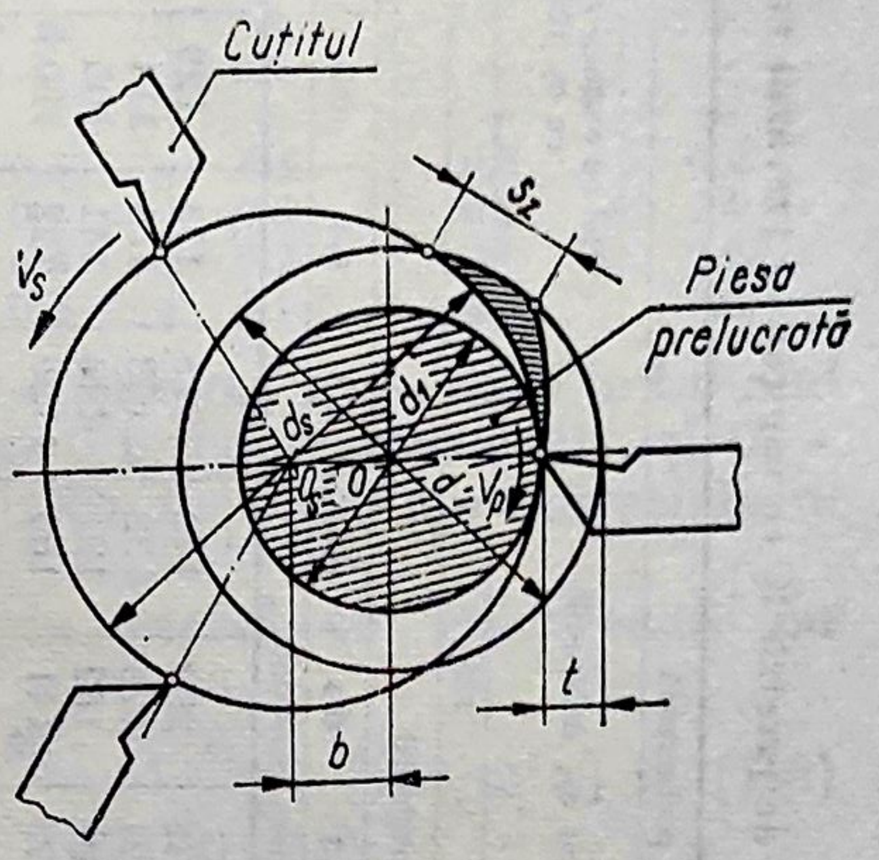


Fig. 7.3. Schema filetării în vîrtej:
d — diametrul nominal al filetului; d_1 — diametrul interior al filetului; v_p — viteza de rotaţie a piesei; v_s — viteza sculelor; d_s — diametrul traiectoriei sculelor; o — centrul piesei; b — distanţa între centrul piesei şi centrul traiectoriei cuţitelor; t — adîncimea de aşchiere: s_z — avansul pe dinte.

Viteza de aşchiere la prelucrarea şuruburilor din oţel-carbon, oţel aliat cu crom, cu crom-nichel sau, cu crom-siliciu-mangan, avînd $\sigma_r = 55...85$ daN/mm², cu cuţite cu $\gamma = 0...6°$ şi $\alpha = 8°$, se determină cu relaţia

$$v_s = \frac{C_v}{T^{0,5} \cdot p^{0,5} \cdot s_z^{0,5}} \quad [\text{m/min}], \quad (7.7)$$

Tabelul 7.15, **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, min., la filetarea în vîrtej**

Poz.	Modul de aşezare a piesei	Caracterul prelucrării		Filetul	Numărul cuţitelor în capul portcuţit		
					1	2	4
					Timpul T_{pi}, min.		
1	Între vîrfuri sau pe dorn	Cu capete portcuţit rotative (într-o singură trecere)	Contact interior	Exterior	18	20	24
2				Interior	20	—	—
3			Contact exterior	Exterior	16	18	22
4	În universal			Exterior	22	—	—
5				Interior	24	—	—

Tabelul 7.17, Viteza de aşchiere pentru filet trapezoidal, clasa de precizie 3, cu cap rotitor prevăzut cu două cuţite

Pasul filetului p mm	Materialul care se prelucrează: Oţel de construcţei, oţel carbon, oţel cu crom, oţel cu crom-nichel oţel cu crom-siliciu-mangan, cu σ_r, daN/mm² — 65			75			Oţel cu crom-siliciu-mangan cu σ_r, daN/mm² — 115			125			Oţel cu crom şi crom-nichel cu σ_r, daN/mm² — 115			125		
	Avansul, s_z, mm/cuţit																	
	0,8	1,0	1,2	0,6	0,8	1,0	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6
	Viteza de aşchiere v_s, m/min.																	
3	274	245	224	275	238	212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	238	212	194	238	206	184	269	217	161	248	200	148	215	173	129	198	159	119
5	212	190	174	212	184	164	240	194	143	221	179	132	173	155	114	178	143	105
6	194	170	158	194	168	150	219	176	131	202	162	121	146	141	105	163	130	96,3
8	168	150	137	168	146	130	190	153	113	175	141	104	129	122	90,6	140	112	83,4
10	151	135	123	150	131	117	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	137	123	113	137	119	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a) Coeficientul de corecţie în funcţie de numărul de cuţite şi durabilitatea sculelor

			1	2	3	4
Numărul de cuţite din capul portcuţite						
Durabilitatea recomandată, min.			20	40	60	80
Materialul de prelucrat	Oţeluri necălite şi oţel călit cu crom-siliciu-mangan	Coeficientul de corecţie a vitezei de aşchiere sau a turaţiei, K_{Tv}, K_{Tn}	1,41	1,00	0,82	0,71
	Oţeluri carbon de construcţie, oţeluri cu crom, oţeluri cu crom-nichel, călite		1,46	1,00	0,80	0,68

b) Coeficientul de corecţie în funcţie de valoarea uzurii cuţitelor

Mărimea uzurii admise pe suprafaţa de aşezare, mm	0,4	0,7	1,0
Coeficientul de corecţie a vitezei de aşchiere sau a turaţiei, K_v, K_n	0,8	1,0	1,3

Tabelul 7.16. **Valorile recomandate pentru avansul circular la filetarea prin vîrtej a şuruburilor cu filet trapezoidal**

Pasul filetului p, mm	Procedeul de filetare: Contact interior; Duritatea materialului de prelucrat HB 120–180	Contact interior; 181–240	Contact interior; 241–300	Contact interior; 301–360	Contact exterior; 120–180	Contact exterior; 181–240	Contact exterior; 241–300	Contact exterior; 301–360
	Avansul circular s_z, mm/cuţit							
2	1,2	1,1	1,0	0,9	—	—	—	—
4	1,1	1,0	0,9	0,8	—	—	—	—
6	1,0	0,9	0,8	0,7	—	—	—	—
8	0,8	0,7	0,6	0,5	—	—	—	—
12	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2
16	—	—	—	—	0,4	0,3	0,2	0,1
20	—	—	—	—	0,3	0,2	0,1	0,05
24	—	—	—	—	0,2	0,1	0,05	0,05

în care T este durabilitatea economică a cuţitelor, min, dată în tabelul 7.17, p — pasul filetului, în mm, s_z — avansul circular, mm/cuţit, şi C_v — o constantă care depinde de proprietăţile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat, dată în tabelul 7.18.

Tabelul 7.18. **Valori ale constantei C_v în funcţie de rezistenţa la rupere a materialului de prelucrat**

σ_r, daN/mm²	55	65	75	85
C_v	3180	2190	2330	2060

Turaţia piesei se calculează cu relaţia

$$n_p = \frac{s_z \cdot n_s \cdot K}{\pi \cdot D} \quad [\text{rot/min}] \qquad (7.8)$$

în care $n_s = \frac{1\,000 \cdot v_s}{\pi\, d_s}$ este turaţia capului portscule, rot/min, v_s — viteza capului portscule, determinată cu relaţia (7.7), sau aleasă din tabelul 7.17, K — numărul de cuţite montate în capul portcuţite iar d_s — diametrul nominal al şurubului, mm.

7.3.1.3. **Determinarea timpilor ajutători.** Timpul ajutător pe operaţie este dat în tabelul 7.19.

Tabelul 7.19, **Timpul ajutător pe operaţie la aşezarea piesei între vîrfuri la filetarea în vîrtej**

Lungimea de prelucrare mm	Masa piesei, kg: 1	3	5	8	12	20
	Timpul, min.					
200	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39	0,44
500	—	—	0,35	0,38	0,41	0,46
1000	—	—	—	0,44	0,47	0,52
1500	—	—	—	—	0,54	0,59

7.3.1.4. **Determinarea timpilor de deservire şi de necesităţi fiziologice.** Timpul de deservire organizatorică împreună cu timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice se recomandă a se lua 3% din timpul efectiv. Timpul de deservire tehnică se recomandă 2% din timpul de bază.

7.3.2. Exemplu de calcul al normei de timp la filetarea prin vîrtej

Să se calculeze regimul de aşchiere şi norma tehnică de timp pentru filetarea prin vîrtej a unei piese cu filet Tr 50 × 8, lungimea filetată 400 mm, masa piesei fiind 12 kg.

din 41 CN 12 necălit, cu $\sigma_r = 100$ daN/mm², cu 4 cuțite montate în capul rotativ având $\gamma = 6°$ și $\alpha = 8°$.

Din tabelul 7.17, pentru oțel cu $\sigma_r = 100$ daN/mm², se alege $s_z = 0{,}6$ mm/cuțit și $v_{s0} = 90{,}6$ m/min.

Pentru prelucrarea cu 4 cuțite, din tabelul 7.17, se ia coeficientul de corecție pentru viteza de așchiere $K_{Tv} = 0{,}71$ și durabilitatea $T = 80$ minute.

Din același tabel se ia mărimea uzurii admise pe fața de așezare 1 mm și coeficientul de corecție $K_v = 1{,}3$.

Viteza de așchiere: $v_s = v_{s0} \cdot K_{Tv} \cdot K_v = 90{,}6 \cdot 0{,}71 \cdot 1{,}3 = 83{,}62$ [m/min].

Turația capului port cuțite $n_s = \dfrac{1\,000 \cdot v_s}{\pi \cdot d_c} = \dfrac{1\,000 \cdot 83{,}62}{\pi \cdot 52} = 512{,}12$ [rot/min].

Turația piesei: $n_p = \dfrac{s_z \cdot n_s \cdot K}{\pi \cdot D} = \dfrac{0{,}6 \cdot 512{,}12 \cdot 4}{\pi \cdot 50} = 7{,}82 \approx 8$ [rot/min] (se alege cea mai apropiată valoare din cartea tehnică a mașinii).

Timpul de bază: $t_b = \dfrac{l + 2p}{n_p \cdot p} = \dfrac{400 + 2{,}8}{8 \cdot 8} = 6{,}5$ [min].

Timpul auxiliar ales din tabelul 7.19 în funcție de masa piesei 12 kg și lungimea 400 mm, este $t_a = 0{,}41$ min.

Norma tehnică de timp: $T_u = (t_b + t_a)\left(1 + \dfrac{3}{100}\right) = (6{,}5 + 0{,}41)\left(1 + \dfrac{3}{100}\right) =$ $= 7{,}11$ [min].

7.4 Filetarea cu ajutorul tarozilor

Prelucrarea filetelor cu ajutorul tarozilor se poate efectua manual sau mecanic. La tarodarea manuală este suficientă mișcarea principală de rotație executată de sculă, în timp ce mișcarea de avans rezultă ca urmare a înșurubării tarodului în piesă (fig. 7.4,*a*) La tarodarea mecanică mișcarea principală de rotație *I* este executată fie de sculă (fig. 7.4, *b*), fie de piesă (fig. 7.4. *c*), imprimîndu-se totodată o mișcare de avans axial *II*. Se impune condiția ca avansul axial să fie riguros egal cu pasul filetului, în caz contrar producîndu-se ruperea filetului piesei și uzura rapidă sau avarierea tarodului.

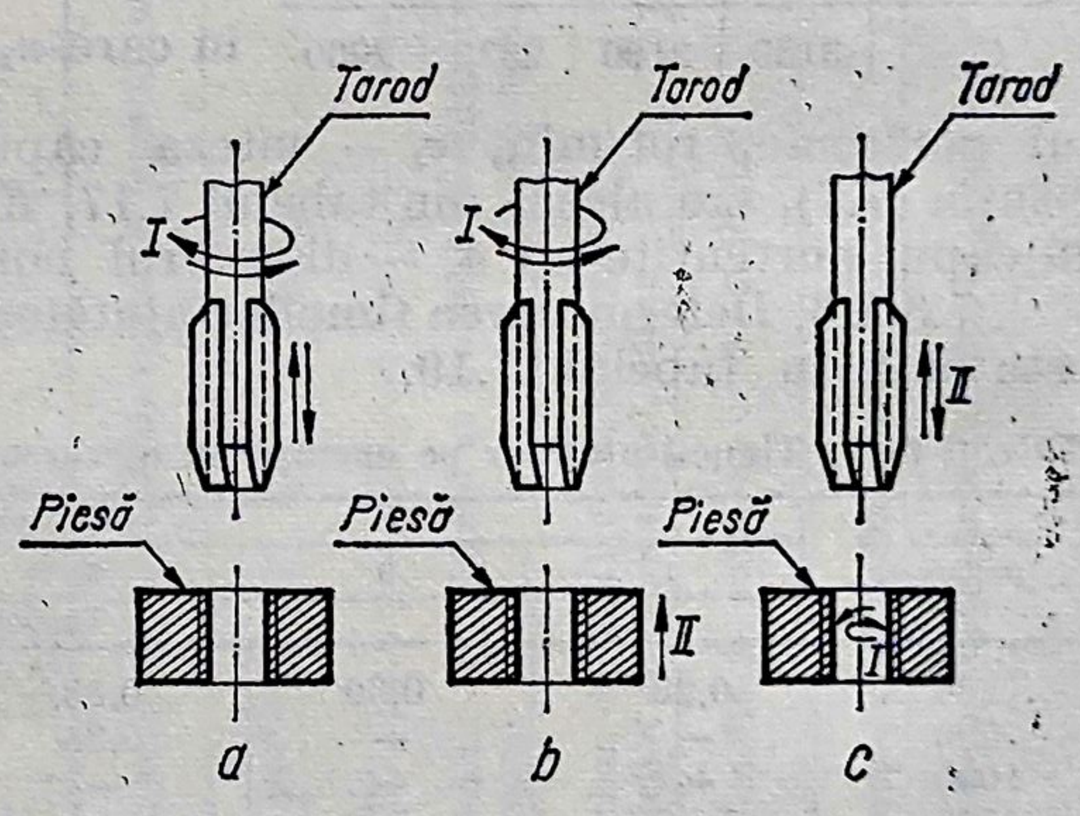


Fig. 7.4. Schema de așchiere la filetarea cu tarodul.

7.4.1. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp se determină cu relația (7.1).

7.4.1.1. **Determinarea timpului de pregătire — încheiere.** Timpul de pregătire-încheiere depinde de gradul de organizare a locului de muncă, de dotarea tehnică a acestuia şi de tipo-dimensiunea maşinii-unelte folosite la tarodare. Pentru tarodarea pe strunguri sau pe maşini de găurit, timpii de pregătire-încheiere se vor lua de la aceste maşini. Dacă se utilizează maşini de filetat monoax, timpul de pregătire-încheiere poate fi asimilat la valorile corespunzătoare maşinii de găurit vertical, ţinîndu-se seama de modul de bazare al piesei precum şi de lucrările suplimentare de reglare a maşinii-unelte şi a dispozitivului.

7.4.1.2. **Determinarea timpului de bază.** La filetarea cu tarodul timpul de bază se calculează cu relaţia

$$t_b = \frac{L}{p \cdot n} + \frac{L}{p \cdot n_1} = \frac{l + l_1 + l_2}{p}\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n_1}\right) \text{ [min]}, \qquad (7.9)$$

în care : l este lungimea porţiunii filetate, mm ; l_1 — lungimea conului de atac al tarodului, mm, pentru care se recomandă $l_1 = (7 \ldots 9)\ p$, pentru tarozi cu con de atac ascuţit, $l_1 = (3 \ldots 5)\ p$, pentru tarozi cu con de atac normal şi $l_1 = (1 \ldots 1{,}5)\ p$, pentru tarozi cu con de atac de fund ; l_2 — lungimea cursei de ieşire a tarodului din alezajul filetat, pentru care se recomandă ca l_2 să fie egală cu lungimea părţii active a tarodului, pentru alezaje pătrunse (fig. 7.5) şi $l_2 = 0$, pentru alezaje înfundate (fig. 7.6) ; p — pasul filetului, mm ; n — turaţia mişcării principale la cursa de aşchiere a tarodului, rot/min ; n_1 — turaţia mişcării de retragere a tarodului, rot/min.

Turaţia mişcării principale se determină cu relaţia

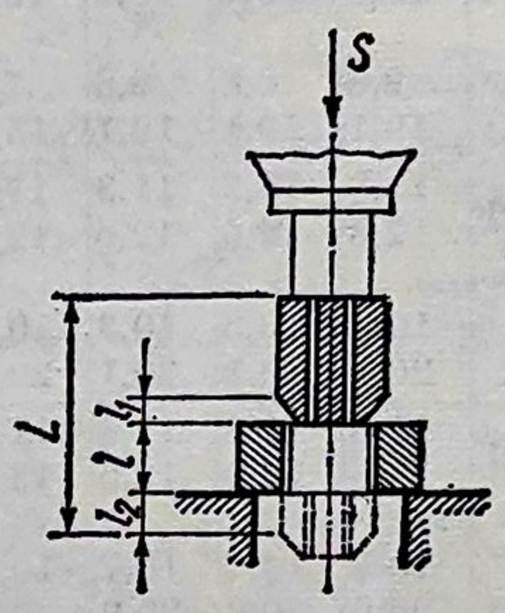


Fig. 7.5. Lungimea de prelucrare luată la calculul timpului de bază la tarodarea unui alezaj străpuns.

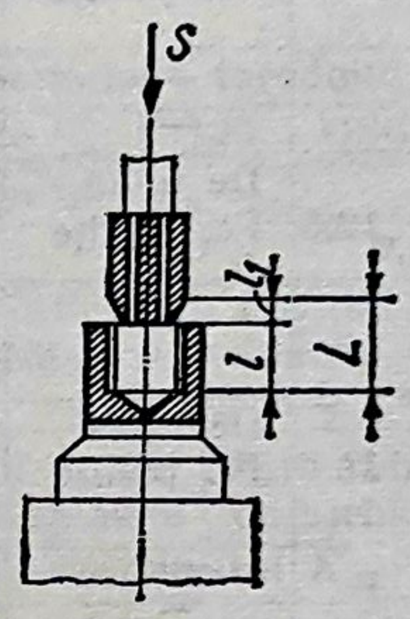


Fig. 7.6. Lungimea de prelucrare luată la calculul timpului de bază la tarodarea unui alezaj nestrăpuns.

$$n = \frac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \text{ [rot/min]}, \qquad (7.10)$$

în care v_p este viteza mişcării principale, m/min, iar D — diametrul exterior al alezajului filetat, mm.

Viteza de aşchiere la filetarea cu tarodul se determină cu relaţia

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot p^y} K_v \text{ [m/min]}, \qquad (7.11)$$

în care C_v este un coeficient în funcţie de natura materialului de prelucrat, K_v — un coeficient dat de condiţiile de prelucrare, T — durabilitatea tarodului, min, iar x, m, y — exponenţi.

Cu această relaţie s-au calculat valori pentru viteza de aşchiere la filetarea cu tarodul a pieselor din oţel, fontă cenşie şi fontă maleabilă

Tabelul 7.20. **Viteza de aşchiere la filetarea cu tarodul**

d, mm, pînă la:	Tip tarod	Materialul de prelucrat	Pasul filetului, *p*, mm										
			0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5
			Viteza de aşchiere *v*, m/min										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4,0	De mînă	Oţel	5,3	4,3									
	Pt. piuliţe		4,2	4,2									
	—	F.c.	4,9	3,9									
	—	F.m.	9,6	7,6									
6,3	De mînă	Oţel	8,4	6,8	6,1	5,0							
	Pt. piuliţe		6,3	6,3	6,3	6,3							
	—	F.c.	8,6	6,3	5,6	4,6							
	—	F.m.	17,3	12,2	10,9	9,0							
8	De mînă	Oţel	10,4	10,4	9,4	7,6	5,8						
	Pt. piuliţe		8,4	8,4	8,4	8,4	8,4						
	—	F.c.	9,6	9,6	8,7	7,0	5,3						
	—	F.m.	18,7	18,7	17,0	13,6	10,3						
10	De mînă	Oţel	10,6	10,6	10,6	8,5	6,6	6,0					
	Pt. piuliţe		10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6					
	—	F.c.	9,8	9,8	9,8	7,9	6,0	5,5					
	—	F.m.	19,1	19,1	19,1	15,4	11,7	10,7					
12,5	De mînă	Oţel	11,3	11,3	11,3	11,3	8,7	7,8	6,8				
	Pt. piuliţe		12,6	12,6	12,6	12,6	11,3	10,3	9,6				
	—	F.c.	10,3	10,3	10,3	10,3	8,0	7,2	6,2				
	—	F.m.	20,1	20,1	20,1	20,1	15,6	14,0	12,1				
16	De mînă	Oţel	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	10,7	9,0	8,0			
	Pt. piuliţe		13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	11,9	11,0	10,3			
	—	F.c.	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	9,6	8,3	7,4			
	—	F.m.	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	18,7	16,1	14,4			
20	De mînă	Oţel	15,1	15,1	15,1	15,1	13,6	13,6	11,8	10,5	8,6		
	Pt. piuliţe		14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	13,3	12,3	11,5	10,3		
	—	F.c.	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	12,6	10,9	9,7	7,9		
	—	F.m.	21,7	27,1	27,1	27,1	27,1	24,5	21,2	18,9	15,4		
25	De mînă	Oţel	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	14,7	14,7	13,1	10,7	9,1	
	Pt. piuliţe		15,9	15,9	15,9	15,9	14,6	14,6	13,6	12,6	11,3	10,3	
	—	F.c.	15,6	15,6	15,6	15,6	14,6	14,6	13,6	12,0	10,0	8,4	
	—	F.m.	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	26,5	23,4	19,5	16,3	
31,5	De mînă	Oţel	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	14,9	14,9	12,7	11,0
	Pt. piuliţe		16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	15,2	14,2	12,6	11,6	10,7
	—	F.c.	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	13,7	11,7	10,2
	—	F.m.	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	25,7	22,8	19,9
<31,5	De mînă	Oţel	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	24,3	24,3	20,0	20,0	16,7	14,7
	Pt. piuliţe		27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	19,0	19,0	16,3	16,6	13,3	12,3
	—	F.c.	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	21,5	21,5	18,0	18,0	15,0	13,5
	—	F.m.	50,3	50,3	50,3	50,3	50,3	41,9	41,9	35,1	35,1	29,2	26,3

Notaţii : *d* **este diametrul nominal al filetului ; Fc — fontă cenuşie ; Fm — fontă maleabilă**

(tabel 7.20). În tabelul 7.21 sînt daţi coeficienţii de corecţie ai vitezei în funcţie de condiţiile de prelucrare.

7.4.1.3. **Determinarea timpilor ajutători.** Timpii ajutători depind de tipul maşinii-unelte. Pentru filetarea cu tarodul pe maşini orizontale şi verticale de filetat, timpii ajutători legaţi de trecere sînt daţi în tabelele 7.22 şi 7.23.

Tabelul 7.21. **Coeficienţii de corecţie ai vitezei de aşchiere la filetarea cu tarodul**

$K_v = K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} \cdot K_{v4} \cdot K_{v5} \cdot K_{v6}$

Coeficientul durabilităţii tarodului, K_{v1}	Materialul de prelucrat	Tipul tarodului	Durabilitatea T, min.								
			30	45	60	75	90	105	120	150	240
			Coeficientul K_{v1}								
	Oţel	De mînă	—	—	1,22	1,12	1,00	0,93	0,86	0,79	0,64
		Pentru piuliţe	—	—	—	—	1,28	1,20	1,10	1,00	0,82
	Fontă cenuşie	—	1,04	1,02	1,00	0,92	0,82	0,76	0,70	—	—
	Fontă maleabilă	—	—	—	1,22	1,12	1,00	0,93	0,86	0,78	0,64

Coeficientul aşchiabilităţii materialului de prelucrat, K_{v2}	Grupa de aşchiabilitate							Coeficientul materialului tarodului, K_{v3}			
	B		C...D			E...H	K	Calitatea materialului tarodului			
	Rezistenţa la rupere σ_r, daN/mm²							Rp3	Rp4 ; Rp5	C 120	OSC 12
	45	55	55	65	75	85	85	Coeficientul K_{v3}			
	Coeficientul K_{v2}							1,0	0,8	0,7	0,6
	0,60	0,70	1,00	0,90	0,80	0,60	0,40				

Coeficientul preciziei filetului, K_{v4}			Coeficientul tipului găurii filetate, K_{v5}		Coeficientul funcţiei de utilizarea lichidului de aşchiere, K_{v6}	
Gradul de precizie			Găuri înfundate	Găuri străpunse	Cu lichid de aşchiere	Fără lichid de aşchiere
5	6	7	Coeficientul K_{v5}		Coeficientul K_{v6}	
Coeficientul K_{v4}			0,65	1,00	1,0	0,8
0,8	1,0	1,2				

Tabelul 7.22. **Timpi ajutători la filetarea piuliţelor (de la M 16 la M 24) pe maşini orizontale de filetat**

Poz.	Denumirea mînuirilor	Dimensiunea filetului				
		M 16	M 18	M 20	M 22	M 24
		Timpul ajutător, min				
1	Fixarea piuliţei în menghină	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
2	Fixarea tarodului în mufă	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
3	Apropierea suportului	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	Reglarea la centru a tarodului	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
5	Retragerea suportului	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
6	Desprinderea piuliţei	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
7	Scoaterea tarodului din piuliţă	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
8	Spălarea piuliţei	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
	Timp ajutător total pentru o piuliţă	0,14	0,16	0,18	0,20	0,24

În tabelul 7.24 sînt indicaţi timpii ajutători legaţi de fază la filetarea cu tarodul şi cu filiere pe strungul normal. Timpul ajutător pentru fixarea tarodului pe strungul normal este de 0,06 min, la montare, şi de 0,061 min, la demontare. Celelalte componente ale timpului ajutător la tarodarea

Tabelul 7.25. **Timpi ajutători pentru măsurări de**

Poz.	Pasul filetului, mm					Diametrul		
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5	10	15
	Lungimea măsurată a filetului, mm					Timpul		
1	1	2	4	6	8	0,10	0,11	0,12
2	2	4	8	12	16	0,16	0,17	0,18
3	3	6	12	18	24	0,23	0,24	0,25
4	4	8	16	24	32	0,29	0,30	0,31
5	5	10	20	30	40	0,36	0,37	0,38
6	6	12	24	36	48	0,43	0,43	0,44
7	7,5	15	30	45	60	0,52	0,53	0,54
8	10	20	40	60	80	0,68	0,69	0,71
9	12,5	25	50	75	100	0,83	0,85	0,88
10	15	30	60	90	—	0,99	1,01	1,04
11	20	40	80	100	—	1,30	1,34	1,36
12	25	50	100	—	—	1,62	1,65	1,70

Observaţii. În timpul ajutător pentru măsurători de control la alezajele filetate, sînt mărul necesar de spire; *c* — deşurubarea calibrului tampon; *d* — măsurarea filetului cu partea

Tabelul 7.23. **Timpi ajutători la filetarea piuliţelor (pînă la M 14) pe maşini verticale de filetat**

Poz.	Denumirea mînuirilor	Dimensiunea filetului						
		M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14
		Numărul de piuliţe aşezate simultan pe tarod						
		14	14	20	18	11	10	15
		Timp ajutător, min.						
1	Fixarea piuliţei	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
2	Fixarea tarodului în mandrină	0,17	0,17	0,17	0,20	0,20	0,20	0,25
3	Cuplarea rotaţiei axului maşinii	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
4	Apropierea tarodului de suport	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
5	Reglarea la centru a tarodului	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6	Decuplarea rotaţiei axului maşinii	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
7	Retragerea tarodului	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8	Desprinderea tarodului	0,14	0,14	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17
9	Aşezarea piuliţei pe masă	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10	Spălarea piuliţei	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	Timp ajutător total pentru o piuliţă *)	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,16

*) Timpul ajutător total pentru o piuliţă s-a determinat ţinîndu-se seama de faptul că mînuirile 1, 4, 5, 9 şi 10 se referă la fiecare piuliţă, pe cînd la celelalte mînuiri timpii ajutători din tabel sînt daţi global pentru toate piuliţele aşezate pe tarod.

pe strung (timpul pentru prinderea-desprinderea piesei, pentru comanda maşinii-unelte etc.) sînt acelea folosite la operaţia de strunjire şi sînt date în capitolul corespunzător.

În tabelul 7.25 este indicat timpul ajutător pentru măsurări de control cu calibru tampon filetat.

7.4.1.4. **Determinarea timpului de deservire de odihnă şi necesităţi fiziologice.** Timpul pentru deservirea tehnică, deservirea organizatorică şi timpul de odihnă la operaţii executate la maşina de filetat piuliţe este dat în tabelul 7.26. În cazul în care se folosesc alte maşini-unelte, timpii de deservire şi de odihnă se vor lua din tabelele corespunzătoare.

controlul al filetelor cu calibru-tampon filetat

Diametrul nom.							
20	25	30	40	50	60	75	100
Ajustări nom.							
0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	0,22
0,19	0,20	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	0,30
0,26	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,35	0,38
0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,40	0,43	0,48
0,39	0,40	0,41	0,43	0,45	0,48	0,52	0,56
0,46	0,47	0,48	0,50	0,53	0,56	0,60	0,65
0,65	0,67	0,69	0,00	0,04	0,67	0,72	0,78
0,72	0,74	0,76	0,78	0,82	0,87	0,94	1,00
0,90	0,01	0,04	0,07	1,01	1,06	1,14	1,22
1,06	1,08	1,10	1,14	1,22	1,26	1,35	1,45
1,40	1,42	1,45	1,50	1,57	1,65	1,77	1,89
1,73	1,76	1,81	1,85	1,95	2,04	2,18	2,36

incluse următoarele faze: *a* — ştergerea filetului; *b* — înşurubarea calibrului tampon pe nu-„nu trece" a calibrului tampon; *c* — punerea la loc a calibrului tampon.

Tabelul 7.24. **Timpii ajutători legaţi de fază la filetarea cu tarodul sau filiera pe strungul normal**

Poz.	Modul de apropiere a sculei de piesă		Denumirea minuirilor	Diametrul maxim al piesei prelucrate, mm, pînă la:		
				400	630	1000
				Timpul ajutător, min.		
1	Fără deplasarea păpuşii mobile		Apropierea sculei de piesă prin deplasarea manuală a pinolei	0,11	0,13	0,15
2			Retragerea sculei faţă de piesă prin deplasarea manuală a pinolei			
3	Cu deplasarea şi retragerea păpuşii mobile		Deplasarea şi blocarea păpuşii mobile			
4		Cu manetă	Apropierea sculei de piesă prin deplasarea manuală a pinolei	0,61	0,73	0,85
5		Cu şurub	Retragerea sculei faţă de piesă prin deplasarea manuală a pinolei	0,91	1,23	1,55
6		Cu 2 şuruburi	Deblocarea şi retragerea păpuşii mobile	1,21	1,53	1,95

Tabelul 7.26. **Timpul de deservire tehnico-organizatorică şi pentru odihnă şi necesităţi fiziologice la maşina de filetat piuliţe**

Caracterul timpului	Tipul maşinii de filetat piuliţe	
	Verticală	Orizontală
	Dimensiunea maximă a filetului	
	M 14	M 24
Timp de deservire tehnică în % din t_b	2,2	2,0
Timp de deservire organizatorică în % din $(t_b + t_a)$	1,4	1,2
Timp de odihnă şi necesităţi fiziologice în % din $(t_b + t_a)$ *)	2,5	3,0

*) Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice este determinat pe baza indicaţiilor metodologice ale Ministerului Muncii din anul 1970, admiţîndu-se că factorii de solicitare acţionează pe o perioadă ce reprezintă mai puţin de 50% din timpul efectiv $(t_b + t_a)$.

7.4.2. Exemple de calcul al normei de timp

7.4.2.1. Filetarea cu tarodul pe strungul normal. Să se determine norma de timp la filetarea cu tarodul M 12-b (STAS 7447-73/Rp3), pe strungul normal SN 400, a alezajului filetat M 12 × 1,5, prevăzut la capătul unui ax din OLC 45 (fig. 7.7),

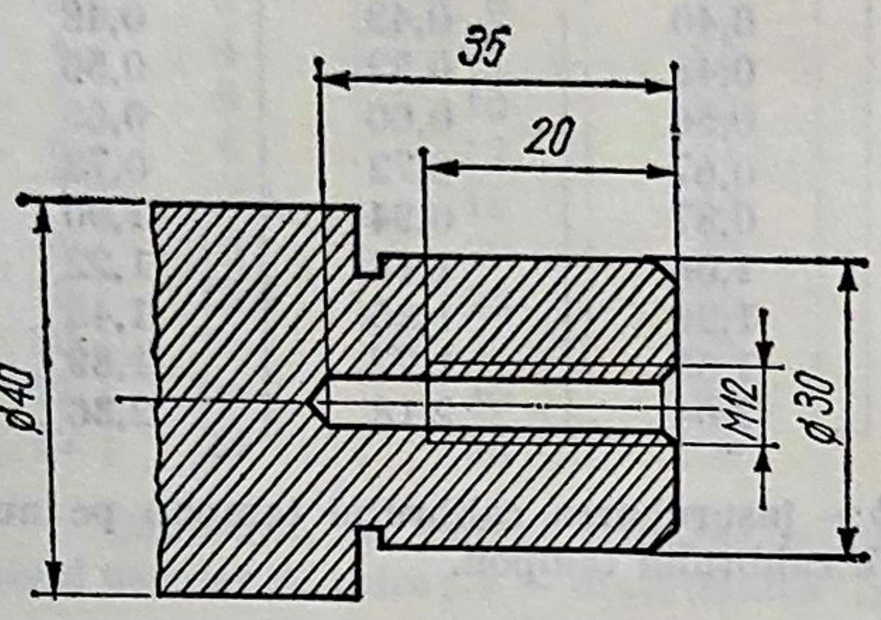


Fig. 7.7. Piesă cu filet interior prelucrat cu tarodul (exemplu de calcul).

a. *Viteza de aşchiere* la filetarea cu tarodul a oţelului OLC 45 se determină cu relaţia $v_p = v \cdot K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} \cdot K_{v4} \cdot K_{v5} \cdot K_{v6}$, unde: $v =$ 10,3 m/min (tabelul 7.20); $K_{v1} = 1{,}28$ (durabilitatea tarodului $T = 90$ min); $K_{v2} = 1{,}00$ (pentru OLC 45, starea forjat şi recopt, $\sigma_r =$ $= 74$ daN/mm², duritatea *HB* 197, grupa de aşchiabilitate *B*); $K_{v3} = 1{,}00$ (materialul tarodului Rp3); $K_{v4} = 1{,}00$ (gradul de precizie a filetului; 6); $K_{v5} = 0{,}65$ (alezaj nepătruns); $K_{v6} = 1{,}00$ (cu lichid de aşchiere). Rezultă

$v_p = 10{,}3 \cdot 1{,}28 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}65 \cdot 1{,}00 =$ $= 8{,}57$ m/min.

b. *Turaţia axului principal* este $n = \dfrac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \dfrac{1\,000 \cdot 8{,}57}{\pi \cdot 12} = 227$ rot/min.

Cea mai apropiată turaţie a maşinii-unelte din cartea acesteia este $n = 236$ rot/min. Viteza de aşchiere corespunzătoare turaţiei alese este $v_p = \dfrac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} = \dfrac{\pi \cdot 12 \cdot 236}{1\,000} = 8{,}9$ m/min.

Dacă se admite că toleranţa lungimii porţiunii filetate este $T_1 = 2$ mm, atunci turaţia admisibilă din punctul de vedere al deplasării axiale a tarodului este $n_{adm} = \dfrac{T_1}{p \cdot \tau_{inv}} =$ $= \dfrac{2}{1{,}5 \cdot 0{,}005} = 267$ rot/min, unde $\tau_{inv} = 0{,}005$ min este timpul necesar inversării sensului de rotaţie a axului principal. Cum $n = 236$ rot/min $< n_{adm} = 267$ rot/min, alegerea turaţiei este corespunzătoare.

c. *Timpul de bază* este $t_b = \dfrac{l + l_1}{p}\left(\dfrac{1}{n} + \dfrac{1}{n_1}\right) = \dfrac{20 + 6}{1{,}5}\left(\dfrac{1}{236} + \dfrac{1}{295}\right) = 0{,}14$ min, unde turaţia n_1 la cursa de retragere este admisă la valoarea $n_1 = 1{,}25 \cdot n = 1{,}25 \cdot 236 =$ 295 rot/min, ($l = 20$ mm (fig. 7.7), $l_1 = (3 \ldots 5)p = (3 \ldots 5)\ 1{,}5 = 4{,}5 \ldots 7{,}5$ mm).

d. *Timpul ajutător* legat de fază este 0,11 min (tabel 7.24) iar timpul ajutător pentru montarea-demontarea tarodului este 0,121 min. Timpul ajutător pentru comanda strungului este de 0,070 min pentru alegerea turaţiei cursei active şi a cursei de retragere şi de 0,022 min pentru pornirea universalului la cele două curse. Timpul ajutător total va fi: $t_a = 0{,}11 +$ $+ 0{,}121 + 0{,}07 + 0{,}022 = 0{,}323$ min.

Nu s-a luat în considerare timpul ajutător pentru măsurări de control cu calibru tampon.

e. *Timpii de deservire tehnică şi organizatorică şi pentru odihnă şi necesităţi fiziologice* vor fi

$t_{dt} = 0{,}025 \cdot t_b = 0{,}025 \cdot 0{,}14 = 0{,}004$ min;

$t_{do} = 0{,}011\ (t_b + t_a) = 0{,}011 \cdot 0{,}463 = 0{,}005$ min;

$t_{on} = 0{,}07(t_b + t_a) = 0{,}07 \cdot 0{,}463 = 0{,}032$ min.

f. *Timpul pe bucată* va fi

$t_{buc} = t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}21 + 0{,}323 + 0{,}004 + 0{,}005 + 0{,}032 = 0{,}504$ min.

7.4.2.2. **Filetarea cu tarodul pe maşina verticală de filetat piuliţe.** Să se determine norma de timp la filetarea unei piuliţe M 8 × 1 din OL 37 (STAS 500-68), pe o maşină verticală de filetat piuliţe, cu un tarod 2—M 8 × 1B (STAS 1153-67/Rp3).

a. *Viteza de aşchiere* se alege din tabelul 7.20, $v = 8{,}4$ m/min. Din tabelul 7.21 rezultă: $K_{v1} = 1{,}28$ (durabilitatea tarodului $T = 90$ min); $K_{v2} = 0{,}60$ (pentru OL 37 cu $\sigma_r < 44$ daN/mm² duritatea $HB = 120$, grupa de aşchiabilitate B); $K_{v3} = 1{,}00$ (materialul tarodului Rp3); $K_{v4} = 1{,}00$ (gradul de precizie a filetului: 6) $K_{v5} = 1{,}00$ (alezaj străpuns); $K_{v6} = 1{,}00$ (cu lichid de aşchiere).

Rezultă: $v_p = v \cdot K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} \cdot K_{v4} \cdot K_{v5} \cdot K_{v6} = 6{,}45$ m/min.

b. *Turaţia axului principal* este: $n = \dfrac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \dfrac{1\,000 \cdot 6{,}45}{\pi \cdot 8} = 257$ [rot/min]

Cea mai apropiată turaţie a axului principal este 292 rot/min. Rezultă: $v_p = \dfrac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} = \dfrac{\pi \cdot 8 \cdot 292}{1\,000} = 7{,}33$ [m/min]

c. *Timpul de bază* pentru $L = l + l_1 + l_2 = 11{,}5 + 12 + 20 = 43{,}5$ mm, unde lungimea părţii de atac l_1 şi lungimea activă l_2 sînt luate conform STAS 1153-67, va fi $t_b = \dfrac{L}{p \cdot n} = \dfrac{43{,}5}{1 \cdot 292} = 0{,}15$ min.

Timpul pentru cursa de întoarcere a tarodului nu intră în componenţa timpului de bază pentru că piuliţele se ridică pe coada tarodului de unde sînt scoase periodic. Timpul pentru scoaterea piuliţelor după desprinderea tarodului din mandrină este inclus în timpul ajutător legat de trecere care, conform tabelului 7.23, este $t_a = 0{,}13$ min.

d. *Timpul de deservire tehnico-organizatorică şi de odihnă şi necesităţi fiziologice,* din tabelul 7.26, este $t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}022 \cdot 0{,}15 + 0{,}014 \cdot 0{,}28 + 0{,}025 \cdot 0{,}28 = 0{,}014$ min.

e. *Timpul pe bucată* va fi

$t_{buc} = t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}15 + 0{,}13 + 0{,}014 = 0{,}294$ min.

7.5 Filetarea cu ajutorul filierelor

Filetarea cu ajutorul filierelor se execută manual sau mecanic. La filetarea manuală, filiera, montată în portfilieră, execută o mişcare principală de rotaţie, în urma căreia are loc autoavansarea sculei. La filetarea mecanică, scula, montată într-o mandrină, este avansată manual sau mecanic de către piesă, în timp ce mişcarea principală de rotaţie este executată fie de piesă, fie de sculă. Indiferent de modul de realizare a avansului, trebuie asigurată coaxialitatea filierei cu piesa de prelucrat, în special la începutul filetării (primii 2—3 paşi).

7.5.1. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp se determină cu relaţia (7.1).

7.5.1.1. **Determinarea timpului de pregătire-încheiere, a timpilor de deservire şi de odihnă şi necesităţi fiziologice.** Timpii de pregătire-încheiere, de deservire tehnică şi organizatorică şi de odihnă şi necesităţi fiziologice depind de maşina unealtă pe care se face prelucrarea şi sînt daţi la capitolele respective.

7.5.1.2. **Determinarea timpului de bază.** Timpul de bază se calculează cu relaţia

$$t_b = \left(\frac{L}{p \cdot n} + \frac{L}{p \cdot n_1}\right) i \qquad \text{[min]} \qquad (7.12)$$

în care: $L = l + l_1 + l_2$ (fig. 7.8); l — lungimea porțiunii filetate, mm $l_1 = (1 \ldots 3)p$ — lungimea de pătrundere, mm; $l_2 = (0{,}5 \ldots 2)p$ — lungimea de ieșire, mm; n — turația mișcării principale, rot/min; n_1 — turația mișcării de retragere a filierei, rot/min; p — pasul filetului, mm; i — numărul de treceri.

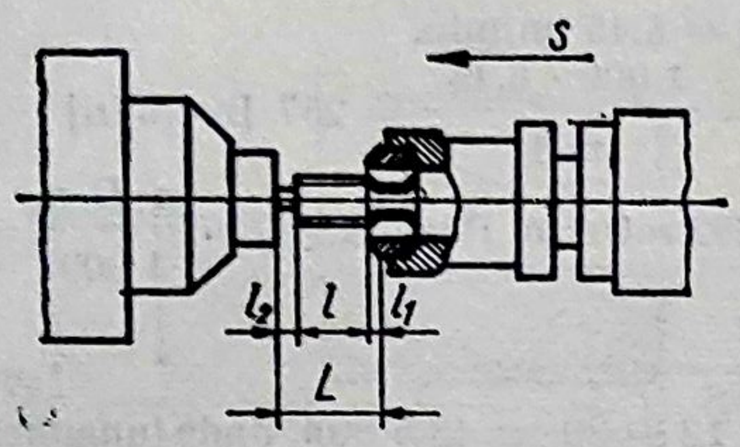


Fig.7 .8. Lungimea de prelucrare luată la calculul timpului de bază la filetarea cu filiera.

Turația mișcării principale se determină cu relația

$$n = \frac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot d} \text{ [rot/min]}, \qquad (7.13)$$

în care v_p este viteza principală de așchiere, m/min iar d — diametrul exterior al șurubului prelucrat, mm.

Viteza principală de așchiere se determină cu o relație de forma relației (7.11). În tabelele 7.27 și 7.28 sînt date valorile nominale ale vitezei principale de așchiere, iar în tabelul 7.29 sînt dați coeficienții de corecție ai vitezei principale de așchiere.

Tabelul 7.27. **Viteza principală de așchiere la filetarea cu filiera a pieselor din oțel**

Diametrul nominal al filetului, d, mm, pînă la:	Pasul filetului p, mm, pînă la:													
	0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	Viteza principală de așchiere v_p, m/min.													
4,0	3,20	2,20												
5,0	3,70	2,80	2,20											
6,3	4,75	2,90	2,70	2,20										
8,0	5,00	4,50	3,50	3,20	2,45									
10,0	5,00	5,00	4,80	3,70	3,00	2,45								
12,5	6,10	6,10	6,10	4,20	3,70	2,75	2,50							
16,0	6,50	6,50	6,50	4,90	4,05	3,20	3,20	2,70						
20,0	8,00	8,00	8,00	8,00	6,50	4,90	4,25	3,70	2,90					
25,0		10,20	10,20	10,20	7,90	6,10	5,30	4,70	3,50	3,00				
31,5		11,20	11,20	11,20	11,20	8,30	7,30	6,20	4,80	4,10	3,25			
40,0			11,50	11,50	11,50	11,50	9,70	8,45	6,60	5,35	4,40	3,50	3,20	
40,0				12,70	12,70	12,70	12,70	12,70	11,00	8,45	7,00	5,70	4,80	3,45

Tabelul 7.28. **Viteza principală de așchiere la filetarea cu filiera a pieselor din aliaje neferoase**

Diametrul nominal al filetului, d, mm, pînă la:	Alamă								Aluminiu							
	Pasul filetului p, mm															
	0,5	0,7	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	3,0	0,5	0,7	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	3,0
	Viteza principală de așchiere vp, m/min.															
4,0	9,2	6,2							14,0	9,3						
6,3	9,2	9,2	6,5						14,0	14,0	10,2					
8,0	13,1	13,1	9,2	7,7					19,7	19,7	14,0	10,5				
10,0	14,5	14,5	12,0	9,2	7,4				20,7	20,7	18,0	14,0	11,1			
12,0	15,0	15,0	15,0	11,5	7,7	7,7			22,5	22,5	22,5	17,2	14,0	11,6		
16,0	15,4	15,4	15,4	13,0	13,0	9,2	9,2		23,4	23,4	23,4	19,5	19,5	14,0	14,0	
20,0	16,8	16,8	16,8	15,4	15,4	12,0	12,0		25,2	25,2	25,2	22,5	22,5	18,0	18,0	
24,0	20,8	20,8	20,8	16,8	16,8	15,0	15,0	9,2	31,5	31,5	31,5	27,0	27,0	22,5	22,5	14,0
30,0	22,4	22,4	22,4	19,7	19,7	19,7	19,7	12,0	33,0	33,0	33,0	29,5	29,5	29,5	29,5	18,0
40,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	15,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	22,5

Tabelul 7.29. **Coeficienți de corecție ai vitezei la filetarea cu filiera**

Materialul de prelucrat: oțel							$K_v = K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} \cdot K_{v4}$
Coeficientul durabilității sculei, K_{v1}							
Durabilitatea T, min, până la:							
60	75	90	105	120	150	240	360
Valorile coeficientului K_{v1}							
1,22	1,12	1,00	0,93	0,86	0,78	0,64	0,55

Coeficientul aşchiabilităţii materialului de prelucrat, K_{v2}						Coeficientul lichidului de aşchiere, K_{v3}	
Grupa de aşchiabilitate						Cu lichid de aşchiere	Fără lichid de aşchiere
B			C...D		E...H		
Rezistenţa la rupere σ_r, daN/mm²						Valorile coeficientului de corecţie, K_{v3}	
45	55	>55	65	75	85		
Valorile coeficientului K_{v2}						1,00	0,80
0,60	0,70	1,00	0,90	0,80	0,60		

Coeficientul calităţii materialului filierei, K_{v4}	Calitatea materialului filierei	Valorile coeficientului K_{v4}
	MCW 14 ; C 15	1,10
	C 120 ; Rp3	1,00
	OSC 10 ; OSC 12	0,83

Materialul de prelucrat: alamă şi aluminiu $K_v = K_{v1} \cdot K_{v4} \cdot K_{v5}$

Coeficientul funcţie de utilizarea lichidelor de aşchiere la aliaje neferoase, K_{v5}			
	Cu lichid de aşchiere	K_{v5}	1,10
	Fără lichid de aşchiere		1,00

Observaţie. Valorile coeficienţilor de corecţie K_{v1} şi K_{v4}, la aşchierea aliajelor neferoase, se adoptă valoric ca şi în cazul filetării pieselor din oţel.

7.5.1.3. **Determinarea timpilor ajutători.** În tabelul 7.24 este indicat timpul ajutător legat de fază, iar în tabelul 7.30 — timpul ajutător pentru măsurări de control. Timpul ajutător pentru fixarea filierei pe strung

Tabelul 7.30. **Timpul ajutător pentru măsurări de control la filetele exterioare**

A — Calibru inel filetat cu partea „trece"

oz.	Pasul filetului, mm							Diametrul filetului, mm										
	0,5	1	2	3	4	5	6	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
	Lungimea măsurată a filetului, mm							Timp ajutător, min.										
1	1	2	4	6	8	10	12	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,14	0,14
2	2	4	8	12	16	20	24	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,19	0,21
3	3	6	12	18	24	30	36	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
4	4	8	16	24	32	40	48	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36
5	5	10	20	30	40	50	60	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,31	0,34	0,36	0,39	0,43
6	6	12	24	36	48	60	72	0,31	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,42	0,46	0,49
7	7,5	15	30	45	60	75	90	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,60
8	10	20	40	60	80	100	120	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,56	0,59	0,63	0,66	0,72	0,78
9	12,5	25	50	75	100	125	150	0,60	0,62	0,64	0,65	0,67	0,70	0,72	0,77	0,86	0,89	0,96
10	15	30	60	90	120	150	180	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,83	0,87	0,92	0,97	1,05	1,14
11	20	40	80	120	160	200	240	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05	1,10	1,13	1,21	1,28	1,39	1,50
12	25	50	100	150	200	250	300	1,17	1,21	1,24	1,28	1,31	1,36	1,40	1,50	1,58	1,70	1,87
B — Calibru inel filetat cu partea „nu trece"																		
13								0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11

este de 0,06 min la montare și 0,061 min la demontare. Celelalte componente ale timpului ajutător la filetarea cu filiera pe strung sînt date în capitolul respectiv.

7.5.2. Exemplu de calcul al normei de timp

Să se fileteze exterior capătul unui arbore din OLC 45 (STAS 880-66) cu filet M 16 × 1, pe lungimea $l = 30$ mm, pe strungul normal SN 320, cu o filieră rotundă pentru filet metric fin M 16 × 1 mm, avînd cîmpul de toleranță 6 g, executată în clasa I-a din Rp3, STAS 7382-66, îndeplinind condițiile generale din STAS 8307-69.

a. *Viteza de așchiere* la filetarea cu filiera a materialului OLC 45 se determină cu relația $v_p = v \cdot K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} \cdot K_{v4}$, unde: $v = 4{,}90$ m/min (tabelul 7.27); $K_1 = 1{,}00$ (durabilitatea filierei $T = 90$ min; $K_{v2} = 1{,}00$ (pentru OLC 45, $\sigma_r = 74$ daN/mm^2, grupa de așchiabilitate B); $K_{v3} = 1{,}00$ (se folosește lichid de așchiere 5% ulei emulsionabil în apă); $K_{v4} = 1{,}00$ (filieră din Rp3). Rezultă $v_p = 4{,}90$ m/min.

b. *Turația axului principal* este $n = \dfrac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot d} = \dfrac{1\,000 \cdot 4{,}90}{\pi \cdot 16} = 97{,}5$ rot/min.

Cea mai apropiată turație a axului principal a strungului SN 320 este $n = 100$ rot/min

c. *Timpul de bază* este $t_b = \dfrac{L \cdot i}{p}\left(\dfrac{1}{n} + \dfrac{1}{n_1}\right) = \dfrac{34 \cdot 1}{1} \cdot \left(\dfrac{1}{100} + \dfrac{1}{125}\right) = 0{,}61$ min,

unde lungimea $L = l + l_1 + l_2 = 30 + (1 \ldots 3) \cdot p + (0{,}5 \ldots 2{,}0) \cdot p = 34$ mm, $i = 1$) iar $n_1 = 1{,}25$ $n = 1{,}25 \cdot 100 = 125$ rot/min.

d. *Timpul ajutător* legat de fază este 0,11 min (tabelul 7.24) iar timpul ajutător pentru montarea-demontarea filierei este 0,121 min. Timpul ajutător pentru comanda strungului normal SN 320 este de 0,070 min pentru alegerea turației cursei de așchiere și a cursei de retragere și de 0,022 min pentru pornirea universalului la cele două curse. Timpul ajutător total va fi $t_a = 0{,}323$ min.

e. *Timpii de deservire tehnică și organizatorică și de odihnă și necesități fiziologice* vor fi (a se vedea cap. 5):

$$t_{dt} = 0{,}025 \cdot t_b = 0{,}025 \cdot 0{,}61 = 0{,}016 \text{ min};$$

$$t_{do} = 0{,}011 \ (t_b + t_a) = 0{,}011 \cdot 0{,}933 = 0{,}010 \text{ min};$$

$$t_{on} = 0{,}070 \ (t_b + t_a) = 0{,}070 \cdot 0{,}933 = 0{,}066 \text{ min}$$

f. *Timpul pe bucată* va fi $t_{buc} = t_d + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}61 + 0{,}323 + 0{,}016 + 0{,}010 + 0{,}066 = 1{,}025$ min.

7.6. Prelucrarea filetelor prin frezare

Prelucrarea filetelor prin frezare se realizează pe mașini de frezat speciale sau universale, folosind frezele-disc sau frezele-pieptene. Frezele-disc sînt utilizate la prelucrarea filetelor lungi, $l/d = 2{,}0 \ldots 2{,}5$, avînd pasul $p \geqslant 5$ mm. Frezele-pieptene sînt folosite la realizarea filetelor scurte exterioare și interioare avînd pasul $p \leqslant 6$ mm.

7.6.1. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp se calculează cu relația (7.1).

7.6.1.1. **Determinarea timpului de pregătire-încheiere.** Timpul de pregătire-încheiere depinde de tipul maşinii utilizate. În cazul maşinilor pentru frezat filet cu freză-pieptene, timpii de pregătire-încheiere sînt daţi în tabelul 7.31.

Tabelul 7.31. **Timpul de pregătire — încheiere, T_{pt}, la maşinile pentru frezat filete cu freză-pieptene**

A — Pentru punerea la punct a maşinii, sculelor şi dispozitivelor

Poz.	Modul de aşezare a piesei	T_{pt}, min.
1	În universal sau în bucşă elastică, între vîrfuri	25

B — Pentru operaţii suplimentare

Poz.	Denumirea operaţiilor	T_{pt}, min
1	Montarea şi demontarea dispozitivului pentru frezarea filetului interior	8

7.6.1.2. **Determinarea timpului de bază.** Timpul de bază se determină în funcţie de scula utilizată şi de natura maşinii-unelte.

La filetarea cu freze-pieptene, timpul de bază se calculează cu relaţia

$$t_b = \frac{(1{,}1 \ldots 1{,}25)\pi \cdot d}{s_m} = \frac{(1 \cdot 1 \ldots 1{,}25)\pi \cdot d}{s_z \cdot z \cdot n_s} \quad [\text{min}] \qquad (7.14)$$

La filetarea cu freze-disc timpul de bază se calculează cu relaţia

$$t_b = \frac{l + l_1}{n_p \cdot p} i \quad [\text{min}]. \qquad (7.15)$$

La filetarea pe maşini semiautomate de frezat filete, timpul de bază şi timpul ajutător pentru apropierea şi îndepărtarea sculei, sînt cuprinşi în durata ciclului şi se calculează cu relaţia

$$t_c = \frac{1}{n_p} r \quad [\text{min}], \qquad (7.16)$$

în care : d este diametrul exterior al filetului prelucrat, mm ;

s_z — avansul pe dinte, mm/dinte ; z — numărul de dinţi ai frezei ;

n_s — turaţia sculei, rot/min ; n_p — turaţia piesei, rot/min ;

l — lungimea piesei filetate, mm ; $l_1 = (5 \ldots 8)\, p$ — lungimea de intrare şi ieşire a frezei, mm ; i — numărul de treceri ; r — raportul între timpul unei rotaţii a axului de distribuţie şi timpul unei rotaţii a piesei. Valoarea acestui raport este indicată în cartea tehnică a maşinii.

Avansul pe dinte s_z la frezarea filetelor lungi cu freză-disc, se recomandă ;

$s_z = 0{,}03$ mm/dinte pentru precizia 7 ISO ;

$s_z = 0{,}06$ mm/dinte pentru precizia 9 ISO.

Tabelul 7.32. **Avansul pe dinte la prelucrarea**

Materialul de prelucrat	Diametrul filetului				
	Pînă la 30			30–50	
	Avansul pe dinte s_z, mm/dinte, în funcție				
	$p \leq 1$	$1 < p < 2$	$2 < p < 3{,}5$	$p \leq 1$	$1 < p < 2$
Oțel cu $\sigma_r \geq 80$ daN/mm²	0,03–0,04	0,04–0,05	0,05–0,06	0,04–0,05	0,05–0,06
Oțel cu $\sigma_r < 80$ daN/mm²	0,02–0,03	0,02–0,03	0,03–0,04	0,03–0,04	0,03–0,04
Fontă cenușie	0,05–0,06	0,06–0,07	0,07–0,08	0,06–0,07	0,07–0,08
Fontă maleabilă	0,04–0,05	0,05–0,06	0,06–0,07	0,05–0,06	0,06–0,07

Valorile avansului pe dinte pentru frezarea filetelor scurte cu freze-pieptene sînt date în tabelul 7.32.

Avansul pe dinte se poate calcula și cu relația

$$s_z = C_s \cdot p^{x_s} \cdot d^{y_s} \cdot D^{z_s} \quad \text{[mm/dinte]}, \qquad (7.17)$$

în care : p este pasul filetului, mm ; d — diametrul exterior al filetului, mm ; D — diametrul frezei, mm ; C_s — un coeficient care ține seama de natura materialului ; x_s, y_s, z_s sînt exponenți.

Tabelul 7.33. **Valorile coeficientului C_s și ale exponenților x_s, y_s, z_s din relația (7.17)**

	Materialul de prelucrat	Treapta de precizie			
		ISO 7		ISO 9	
		$d < 40$	$d > 40$	$d < 40$	$d > 40$
C_s	OLC 45	$618 \cdot 10^{-6}$	$1280 \cdot 10^{-6}$	$5760 \cdot 10^{-6}$	$9120 \cdot 10^{-6}$
	Alamă	$716 \cdot 10^{-6}$	$1470 \cdot 10^{-6}$	$6250 \cdot 10^{-6}$	$9950 \cdot 10^{-6}$
	Duraluminiu	$812 \cdot 10^{-6}$	$1680 \cdot 10^{-6}$	$6800 \cdot 10^{-6}$	$10800 \cdot 10^{-6}$
x_s	—	$326 \cdot 10^{-3}$	$326 \cdot 10^{-3}$	$214 \cdot 10^{-3}$	$214 \cdot 10^{-3}$
y_s		$543 \cdot 10^{-3}$	$343 \cdot 10^{-3}$	$346 \cdot 10^{-3}$	$218 \cdot 10^{-3}$
z_s		$457 \cdot 10^{-3}$	$457 \cdot 10^{-3}$	$290 \cdot 10^{-3}$	$290 \cdot 10^{-3}$

În tabelul 7.33 sînt date valorile coeficientului și exponenților.

Viteza de așchiere v_p la prelucrarea filetelor lungi cu ajutorul frezelor-disc se recomandă :

$v_p = 30 \ldots 55$ m/min pentru piese din oțel-carbon ;

$v_p = 28 \ldots 40$ m/min pentru piese din oțel aliat.

Viteza de așchiere pentru prelucrarea filetelor scurte cu ajutorul frezelor-pieptene se determină cu relația (tabelul 7.34) :

Tabelul 7.34. **Valorile coeficientului C_v și ale exponenților m, x_v, y_v din relația (7.18)**

Materialul de prelucrat	Freza	Lichidul de așchiere	T, min,	C_v	x_v	y_v	m
Oțel cu $\sigma_r = 75$ daN/mm²	Rp3	Ulei mineral cu sulf	150...180	198	0,4	0,4	0,5
Fontă cenușie cu $HB = 190$	Rp3	Fără lichid de așchiere	240...270	140	0,4	0,3	0,33
Fontă maleabilă cu HB 150	Rp3	Emulsii	240...270	245	0,5	2,0	1,0

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot s_z^{x_v} \cdot p^{y_v}} K_v \quad \text{[m/min]} \qquad (7.18)$$

în care T este durabilitatea frezei-pieptene, min.

filetelor cu freză-pieptene

de prelucrat, mm					
50—76			Peste 76		
de pasul filetului de prelucrat p mm					
$2<p\leq4$	$p\leq1$	$1<p\leq2$	$2<p\leq4$	$p\leq2$	$2<p\leq4$
0,06—0,07	0,05—0,06	0,06—0,07	0,07—0,08	0,07—0,08	0,08—0,09
0,04—0,05	0,03—0,04	0,04—0,05	0,05—0,06	0,04—0,05	0,05—0,06
0,08—0,09	0,07—0,08	0,08—0,09	0,09—0,10	0,09—0,10	0,10—0,12
0,07—0,08	0,06—0,07	0,07—0,08	0,08—0,09	0,08—0,09	0,08—0,09

Pentru coeficientul de corecţie K_v sînt date valori în tabelul 7.35.

Tabelul 7.35. **Valorile coeficientului $K_v = K_{mv} \cdot K_{pv}$**

Materialul de prelucrat		Coeficientul $K_v = K_{mv} \cdot K_{pv}$		
		Coeficientul materialului de prelucrat K_{mv}	Coeficientul preciziei de execuţie K_{pv}	
			Treapta de precizie ISO 7—8	Treapta de precizie ISO 9
Oţel-carbon	$\sigma_r < 50$ daN/mm²	0,7	1,0	1,25
	$\sigma_r = 50...70$ daN/mm²	1,0		
	$\sigma_r = 70...80$ daN/mm²	1,0		
Oţel-aliat	$\sigma_r < 70$ daN/mm²	0,9		
	$\sigma_r = 70...80$ daN/mm²	0,8		
Fontă cenuşie	$HB < 140$	1,0		
	$HB = 140...180$	0,7		
	$HB > 180$	0,5		
Fontă maleabilă		1,7		
Alame şi bronzuri		2,0		

În tabelul 7.36 sînt recomandate valori pentru viteza de aşchiere şi pentru avansul pe dinte la frezarea filetelor cu freze-pieptene din oţel rapid.

Tabelul 7.36. **Viteze şi avansuri pentru frezarea filetelor cu scule din oţel rapid**

Poz.	Materialul de prelucrat	Duritatea HB	Viteza de aşchiere, m/min	Avansul pe dinte, mm/dinte
1	Oţel-carbon de calitate (tip reprezentativ OLC 20)	85—125	42	0,050
		125—175	33	0,050
		175—225	30	0,050
		225—275	25	0,038
		275—325	21	0,025
2	Oţel-carbon uşor aşchiabil (tip reprezentativ AUT 12)	100—150	52	0,050
		150—200	46	0,050
		200—250	38	0,050
		250—325	30	0,025
3	Oţel aliat (tip reprezentativ 41 MoC 11)	125—175	34	0,050
		175—225	27	0,050
		225—275	21	0,038
		275—325	20	0,025
4	Oţel inoxidabil feritic	135—185	34	0,050
5	Oţel inoxidabil austenitic	135—185	27	0,050
		225—275	24	0,038
6	Oţel inoxidabil martensitic	135—185	34	0,050
		185—225	30	0,050
		275—325	18	0,025

Tabelul 7.37. **Timpi ajutători pentru prinderea şi desprinderea pieselor la maşini de frezat filete**

Modul de aşezare	Diametrul universalului, mm	Lungimea piesei, mm	Masa piesei, kg, pînă la: 1	2	3	5	8	12	20	30
			Timpul, min.							
În universal autocentrat şi vîrful păpuşii mobile	200	500	0,28	0,29	0,30	0,32	0,36	0,40	0,45	—
		1000	—	—	—	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52
		2000	—	—	—	—	0,40	0,44	0,49	0,54
	400	500	—	—	0,32	0,34	0,38	0,42	0,47	0,51
		1000	—	—	—	0,36	0,40	0,44	0,49	0,53
		2000	—	—	—	—	0,43	0,47	0,52	0,56
În mandrine autocentrante	200	—	0,15	0,16	0,17	0,19	0,23	0,27	0,32	—
	400	—	—	—	0,21	0,23	0,27	0,31	0,36	0,40
Între vîrfuri (fără antrenor)	—	500	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,39	0,44	—
	—	1000	—	—	0,36	0,41	0,45	0,50	0,57	0,63
Pe dorn cilindric cu piuliţă	Modul de fixare	Piuliţă cu şaibă simplă	0,36	0,37	0,38	0,40	0,42	0,43	0,46	—
		Piuliţă cu şaibă cu schimbare rapidă	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,28	—

Modul de aşezare	Acţionarea în vederea fixării	Metoda de aşezare a piesei: Pe umăr cu opritor	După şablon
		Timpul, min.	
În bucşă elastică cu manşon elastic despicat	Manuală	0,17	0,20
	Hidraulică sau pneumatică	0,15	0,18
	Cu roată de mînă	0,20	0,24

Turația frezei se calculează cu relația

$$n_s = \frac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \quad [\text{rot/min}], \tag{7.19}$$

iar turația piesei se calculează cu relația

$$n_p = \frac{s_z \cdot z \cdot n_s}{\pi \cdot d} \quad [\text{rot/min}]. \tag{7.20}$$

7.6.1.3. **Determinarea timpilor ajutători.** În tabelul 7.37 sînt dați timpii ajutători pentru prinderea și desprinderea piesei la prelucrarea filetelor pe mașini de frezat filete, iar în tabelul 7.38 sînt indicați timpii ajutători în legătură cu trecerea la frezarea filetelor exterioare și interioare.

Tabelul 7.38. **Timpul ajutător legat de trecere la frezarea filetelor exterioare și interioare la mașinile de frezat filete**

Filetul	Tipul mașinii-unelte	Scula așchietoare	Modul de deplasare longitudinală a capului de frezat		Înălțimea vîrfurilor, mm, pînă la: 150	200	300
					Timpul, min		
Exterior	Cu comandă manuală	Freză pieptene	Cu roată de mînă sau manivelă		0,13	0,15	0,19
		Freză pieptene sau freză disc	Mecanică		0,10	0,11	0,15
		Freză disc	Manuală pentru lungimea filetului de:	100	0,15	0,17	0,21
				200	0,23	0,26	0,32
				300	0,26	0,29	0,36
				500	0,27	0,32	0,40
				750	0,33	0,38	0,44
				1000	0,38	0,43	0,52
	Semiautomate	—	Automată		0,015	0,025	0,030
Interior	Cu comandă manuală	Freză pieptene	Manuală pentru lungimea filetului de:	50	0,32	0,36	0,55
				100	0,40	0,45	0,70
				150	0,48	0,56	0,74
			Mecanică pentru lungimea filetului de:	50	0,10	0,13	0,19
				100	0,11	0,15	0,22
				150	0,12	0,19	0,32

7.6.1.4. **Determinarea timpilor de deservire și de odihnă și necesități fiziologice.** În tabelul 7.39 sînt dați timpii pentru deservirea tehnică în procente din timpul de bază și timpii pentru deservirea organizatorică și de odihnă și necesități fiziologice în procente din timpul efectiv la prelucrarea filetelor pe mașini de frezat.

Tabelul 7.39. **Timp pentru deservire tehnică, deservire organizatorică și odihnă și necesități fiziologice la frezarea filetelor pe mașini de frezat filete**

Natura timpului	Înălțimea vîrfurilor, mm, pînă la: 150	200	300
	Timpul, min		
Timpul de deservire tehnică, t_{at}, în procente din timpul de bază	3,0	3,4	4,2
Timpul de deservire organizatorică, t_{do}, și timpul de odihnă și necesități fiziologice, t_{on}, în procente din timpul efectiv $t_e = t_b + t_a$	5,2	6,0	6,8

7.6.2. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp

Să se frezeze filetul M 48 × 3 la un racord din oțel 41 MoC 11 (STAS 791-66), cu $\sigma_r = 95$ daN/mm², cu o freză pentru tăiat filet metric exterior, forma B, cu un diametru $D = 63$ mm, cu lungimea $L = 40$ mm, pasul de 3 mm, executată în clasa de precizie 1 oțel rapid Rp3 (freză E—B 63 × 40 × 3 — 1, STAS 3379-63/Rp3).

a. *Avansul pe dinte*, conform tabelului 7.32, rezultă: $s_z = 0{,}04 \ldots 0{,}05$ mm/dinte; se alege $s_z = 0{,}045$ mm/dinte.

b. *Viteza de așchiere*, $v_p = 27$ m/min, se alege din tabelul 7.36, pentru $HB = 217$ daN/mm².

c. *Turația axului principal al frezei* este

$$n_s = \frac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1\,000 \cdot 27}{\pi \cdot 63} = 139 \text{ rot/min}$$

Din cartea mașinii de frezat filete se alege turața axului principal al frezei $n_s = 135$ rot/min.

Rezultă $v_p = \frac{\pi D \cdot n_s}{1\,000} = \frac{\pi \cdot 63 \cdot 135}{1\,000} = 26{,}7$ m/min și $n_p = \frac{s_z \cdot z \cdot n_s}{\pi \cdot d} =$

$$= \frac{0{,}045 \cdot 14 \cdot 135}{\pi \cdot 48} = 0{,}564 \text{ rot/min.}$$

Cea mai apropiată valoare a turației axului principal al piesei este $n_p = 0{,}56$ rot/min. În acest caz, avansul pe dinte devine

$$s_z = \frac{\pi \cdot d \cdot n_p}{z \cdot n_s} = \frac{3{,}14 \cdot 48 \cdot 0{,}564}{14 \cdot 135} = 0{,}045 \text{ mm/dinte}$$

d. *Timpul de bază* va fi $t_b = \frac{(1.1 \ldots 1{,}25) \cdot \pi d}{s_z \cdot z \cdot n_s} = \frac{(1.1 \ldots 1{,}25) \cdot 3{,}14 \cdot 48}{0{,}045 \cdot 14 \cdot 135} = 1{,}95 \ldots 2{,}22$ min

Admițînd că pătrunderea și ieșirea sculei are loc în timpul a 0,20 rotații ale piesei, rezultă $t_b = 2{,}13$ min.

e. *Timpul ajutător* pentru prinderea și desprinderea piesei în bucșa elastică rezultă din tabelul 7.37 de 0,12 min, iar timpul ajutător în legătură cu faza rezultă de 0,11 min, conform tabelului 7.38. Din tabelul 7.30 rezultă timpul ajutător pentru măsurări de control cu calibru inel filetat „trece" și „nu trece", $t'_a = 0{,}48$ min; $t''_a = 0{,}08$ min, timpul ajutător fiind $t_a = 0{,}12 + 0{,}11 + 0{,}48 + 0{,}08 = 0{,}79$ min.

f. *Timpul de deservire tehnică* este de 3,4 % din timpul de bază, iar timpul de deservire organizatorică și necesități fiziologice este de 6,0 % din timpul efectiv (tabelul 7.39).

g. *Timpul de pregătire-încheiere* este de 25 min (tabelul 7.31).

h. Dacă se consideră lotul de piese de 50 bucăți, *norma de timp pe bucată* va fi $N_t =$

$$= \frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} = \frac{25}{50} + 2{,}13 + 0{,}79 + \frac{3{,}4}{100} 2{,}13 + \frac{6}{100} (2{,}13 + 0{,}79) =$$

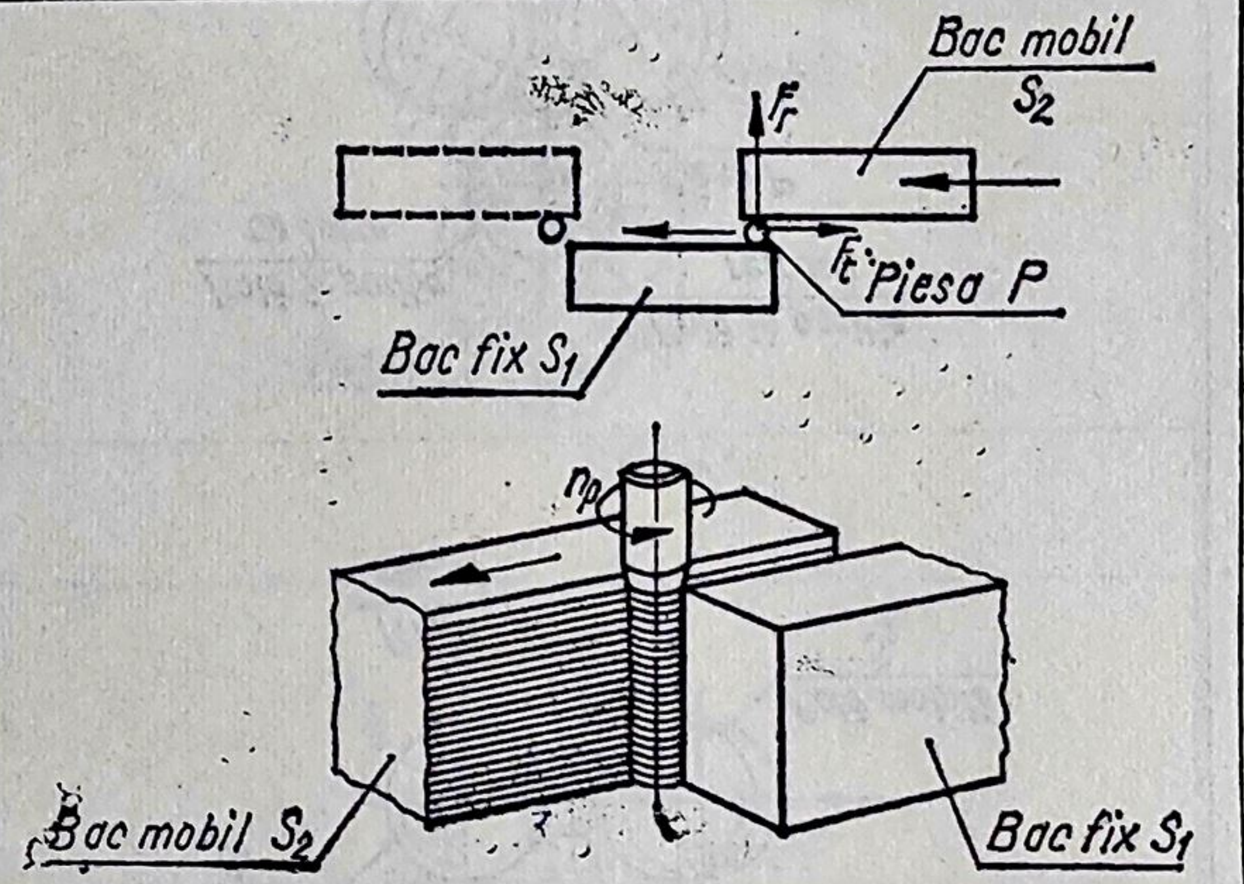
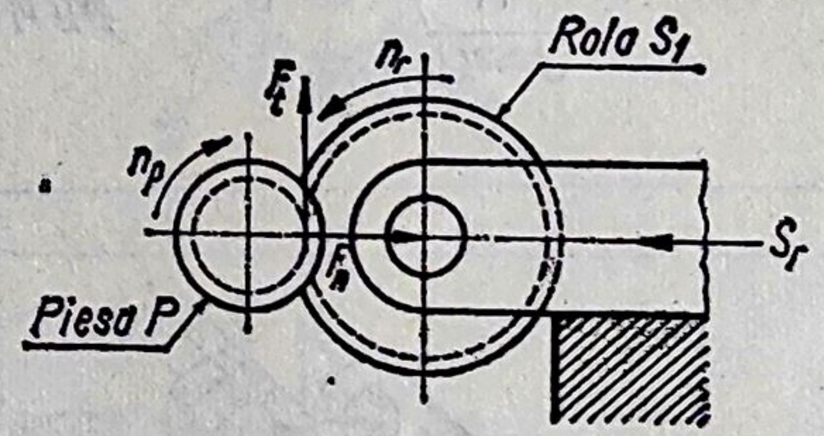
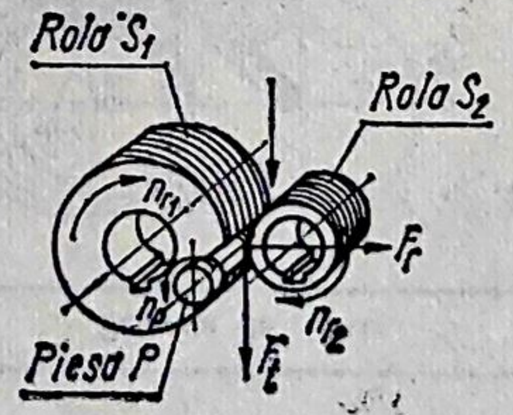
3,37 min/buc.

7.7. Rularea filetelor

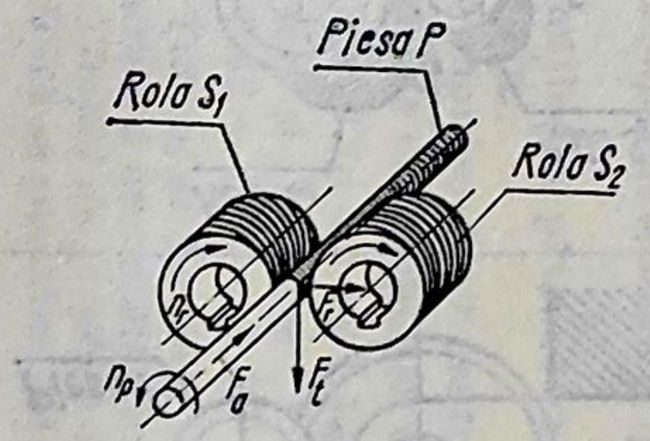
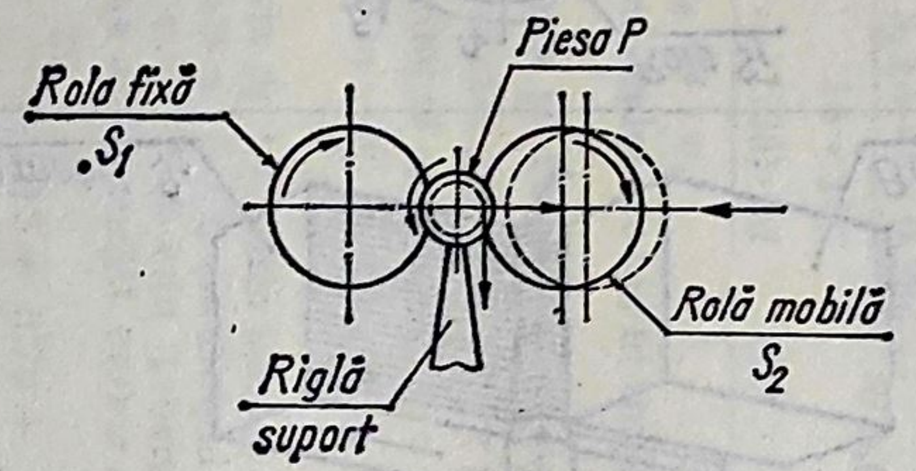
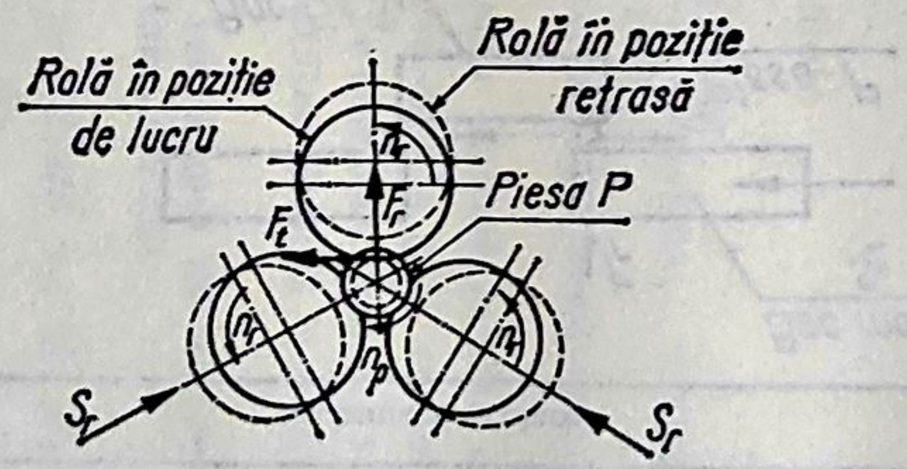
7.7.1. Principiul metodei

Prelucrarea filetelor prin rulare este un procedeu de realizare a filetelor fără detașare de material. Obținerea suprafeței filetate a piesei rezultă în urma unui proces de deformare plastică superficială la rece a semifabricatului antrenat într-o mișcare de rostogolire și presat între două sau mai multe scule profilate (role sau bacuri). Prin aceasta profilul sculei de rulare, avînd forma negativului profilului filetului de prelucrat, pătrunde în materialul piesei, generînd astfel filetul.

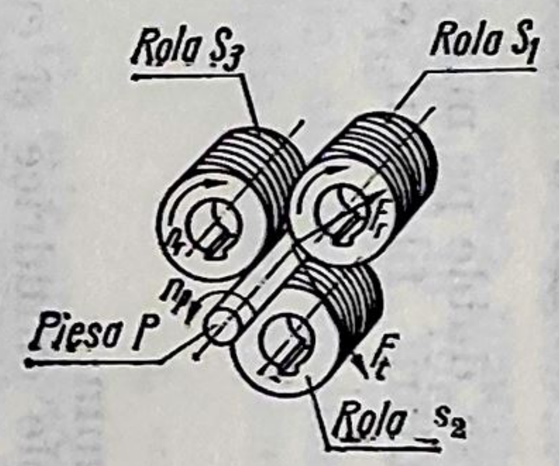
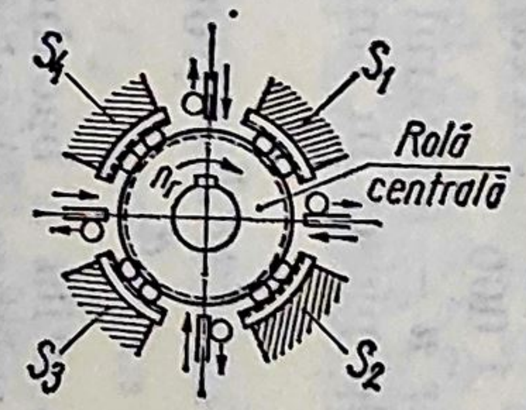
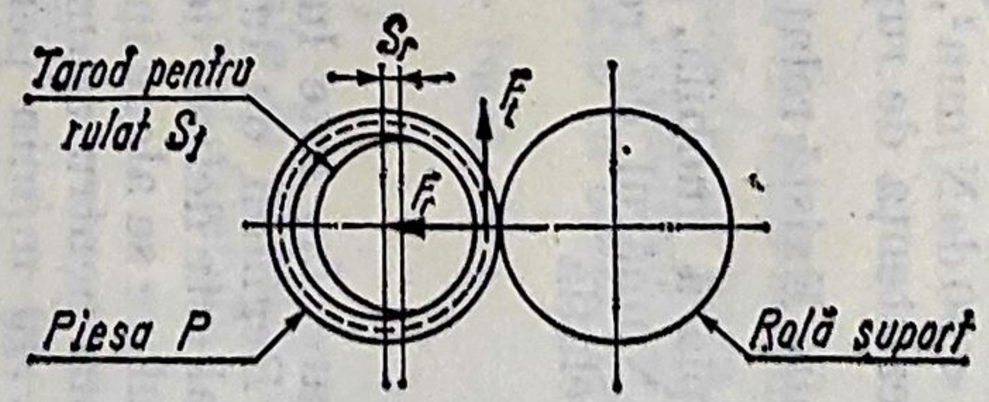
Tabelul 7.40. **Schemele de rulare şi domeniile de utilizare ale metodelor de rulare a filetelor**

Metoda de rulare	Schema de rulare	Domeniul de utilizare
Rularea cu bacuri plane		Şuruburi de fixare cu filet triunghiular cu $d = 30$ mm, avînd gradul de precizie 6. Şuruburi pentru lemn şi şuruburi autoaşchietoare pentru metale moi
Rularea cu o singură rolă cilindrică cu avans radial		Filete metrice de precizie medie cu $d = 10...15$ mm, din aliaje neferoase sau din oţeluri moi
Rularea cu două role cilindrice cu avans radial		Filete metrice de precizie ridicată (precizie 4—5) şi de precizie medie (precizie 6), cu diametre exterioare între 2...100 mm

Tabelul 7.40. (continuare)

Metoda de rulare	Schema de rulare	Domeniul de utilizare
Rularea cu două role cilindrice, cu avans axial		Filete metrice și, uneori trapezoidale, de precizie medie, pentru orice lungime a piesei de prelucrat
Rularea cu două role cilindrice, cu avans tangențial		Șuruburi de fixare cu filet triunghiular cu diametrul exterior $d = 1 \ldots 10$ mm, de precizie medie
Rularea cu trei role cilindrice, cu avans radial		Șuruburi de fixare, cu filet triunghiular, având diametrul exterior de 20...60 mm, de precizie medie (precizie 6)

Tabelul 7.40. (continuare)

Metoda de rulare	Schema de rulare	Domeniul de utilizare
Rularea cu trei role cilindrice, cu avans axial		Șuruburi de fixare, cu filet triunghiular, cu $d = 4...35$ mm, având precizie medie (precizie 6)
Rularea planetară		Șuruburi de fixare, cu filet triunghiular, cu $d = 15$ mm, de precizie medie (precizie 6)
Rularea filetelor interioare		Filete interioare de precizie, în materiale cu ductibilitate ridicată (aluminiu, bronzuri, oțel-carbon moale), cu diametrul de 3...30 mm

Maşinile de rulat filete se clasifică în funcţie de schema de rulare utilizată (tabelul 7.40). Maşinile de rulat cu bacuri pot să fie orizontale sau verticale, după poziţia axei piesei în timpul rulării. Maşinile de rulat cu role cilindrice şi avans radial pot să fie de mai multe tipuri, după cum una sau mai multe role efectuează cursa de avans radial. Rularea cu avans radial şi cu avans tangenţial se poate executa şi pe strunguri normale sau strunguri revolver, echipate corespunzător cu role pe sania transversală a maşinii. În general, toate maşinile de rulat cu avans radial pot efectua şi rulări cu avans axial.

Rularea filetelor, în comparaţie cu alte procedee de filetare, are avantajul posibilităţii prelucrării unor filete precise în condiţii de productivitate foarte mare. În aceleaşi condiţii de precizie, costul filetării prin rulare este de aproximativ două ori mai mic faţă de costul filetării prin strunjire. Pe de altă parte, operaţia realizîndu-se fără detaşare de material şi deci fără întreruperea fibrei de metal, filetul rulat va avea o rezistenţă mărită la rupere şi la forfecare. În plus, datorită ecruisării, filetul rulat va avea şi o mai bună rezistenţă la uzură.

Regimul de lucru la rularea filetelor cu ajutorul bacurilor este determinat de viteza mişcării rectilinii a bacului mobil, care pentru materiale cu $\sigma_r < 60$ daN/mm², are valoarea medie de 5 . . .7 m/min, iar pentru materiale cu rezistenţa de rupere $\sigma_r > 60$ daN/mm², are valoarea medie de 15 . . .20 m/min. Există relaţia $v = \frac{2 \cdot l \cdot n}{1\,000}$, în care l este lungimea cursei saniei portplacă mobilă, mm, iar n — numărul de curse duble pe minut.

Numărul de rotaţii ale piesei în timpul rulării filetului este dat de relaţia

$$N = \frac{L_{bf} \cdot n}{d_2} \text{ [rot/min]}, \qquad (7.22)$$

în care L_{bf} este lungimea utilă a bacului fix, mm.

Regimul de lucru la rularea filetelor cu role cilindrice şi cu avans radial este definit de viteza tangenţială a rolelor şi de avansul radial. Viteza de rulare se alege în funcţie de materialul de prelucrat şi anume : 80 . . .100 m/min pentru alamă ; 60 . . .80 m/min pentru oţel cu $\sigma_r < 50$ daN/mm² ; 30 . . .40 m/min pentru oţel cu $\sigma_r = 50$ . . .80 daN/mm² ; 12 . . .15 m/min pentru oţel cu $\sigma_r > 80$ daN/mm².

Valorile avansului radial sînt date în tabelul 7.41.

Tabelul 7.41. **Avansul radial la rularea filetelor cu role cilindrice**

Pasul filetului, mm	Materialul semifabricatului					
	Aluminiu	Bronz, alamă	Oţel cu σ_r, daN/mm²			
			40	50	70	90
	Avansul radial s_r, mm/rot. piesă					
0,2—0,5	0,03	0,02—0,10	0,02—0,10	0,02—0,10	0,02—0,07	0,02
0,5—0,8	0,05	0,03—0,16	0,03—0,15	0,025—0,120	0,02—0,07	0,02
1,0	0,085	0,06—0,15	0,06—0,15	0,06—0,10	0,035—0,09	0,025
1,5—1,75	0,10	0,08—0,17	0,08—0,17	0,08—0,15	0,05—0,12	0,035
2,0—3,0	0,10	0,10—0,20	0,10—0,25	0,10—0,25	0,05—0,17	0,045

Tabelul 7.42. **Numărul de rotaţii ale piesei necesare realizării filetelor prin rulare cu role cu avans radial**

Pasul filetului mm	Materialul semifabricatului					
	Aluminiu	Bronz, alamă şi oţel cu $\sigma < 50$ daN/mm²	Oţel cu $\sigma = 50...70$ daN/mm²	Oţel cu $\sigma = 70...90$ daN/mm²	Oţel cu $\sigma > 90$, daN/mm²	
	Numărul de rotaţii					
1,0—1,5	6—8	10—12	14—18	20—30	30—40	
1,75—3,0	8—10	14—18	20—30	30—40	40—48	

Numărul de rotaţii ale piesei necesare realizării filetului prin rulare cu role cu avans radial este dat de tabelul 7.42.

În cazul rulării filetelor cu avans tangenţial, turaţia rolelor este cuprinsă între 500 . . .5 000 rot/min, în funcţie de rezistenţa la rupere şi de duritatea materialului prelucrat.

Rularea filetelor interioare se realizează cu o viteză de 6 . . .10 m/min în cazul prelucrării oţelurilor şi de 20 . . .30 m/min în cazul aliajelor neferoase.

7.7.2. Calculul timpului de bază

Nu există o metodă unitară de calcul al timpului de bază la rularea filetului. De aceea, practic, timpul de bază t_b se calculează fie pe baza unor relaţii empirice, în funcţie de numai cîţiva parametri tehnologici ai prelucrării, fie pe baza unor măsuri sau observaţii efectuate în sectoarele de producţie ale întreprinderilor.

Relaţia empirică pentru determinarea timpului de bază este

$$t_b = 10^{-4} \cdot C_T \cdot d^{0,9} \cdot p^{0,15} \quad [\text{min}] \qquad (7.23)$$

în care: C_T este un coeficient ale cărui valori sînt date în tabelul 7.43; d — diametrul exterior al filetului rulat, mm; p — pasul filetului, mm.

Tabelul 7.43. **Valorile coeficientului C_T din relaţia (7.27)**

Materialul de prelucrat	Precizia filetului		
	4	5	6—7
	Valoarea coeficientului C_T		
Oţel cu $HRC \leqslant 25$	45	40	38
Oţel cu $HRC \leqslant 26...32$	48	44	42

La aplicarea relaţiei (7.23) se admite că valorile avansului radial sînt cele din tabelul 7.41, că diametrul semifabricatului este executat cu toleranţa indicată în tabelul 7.44 şi că viteza tangenţială a rolelor are valorile recomandate în § 7.7.1.

În tabelul 7.45 sînt date valorile timpului de bază la rularea filetelor exterioare cu $d = 6 . . .24$ mm şi $p = 1,00 . . .2,00$ mm, recomandate de către M.I.C.M. — I.C.P.T.C.M. Există o concordanţă între valorile cuprinse în acest tabel şi valorile similare ale timpului de bază rezultate din relaţia (7.23).

Tabelul 7.44. **Toleranța diametrului semifabricatului pentru rularea filetelor**

Diametrul nominal al filetului, mm	Toleranța Td_3	Toleranța diametrului semifabricatului, mm, pentru treapta de precizie:		
		IT 8–9	IT 10	IT 11
2,8– 5,6	0,071–0,100	0,025	0,048	0,080
5,6–11,2	0,100–0,125	0,030	0,058	0,100
11,2–22,4	0,125–0,170	0,035	0,070	0,120
22,4–45,0	0,140–0,190	0,045	0,084	0,140
Ultima prelucrare a semifabricatului	Trefilare	nu	nu	da
	Extrudere	nu	nu	da
	Strunjire	nu	da	da
	Rectificare	da	da	da

Tabelul 7.45. **Timpul de bază la rularea filetelor exterioare cu role cu avans radial pe mașini de rulat filete**

Diametrul filetului mm	Pasul filetului mm	Materialul de prelucrat			
		Oțel cu HRC < 25		Oțel cu *HRC* = 26...32	
		Precizia filetului			
		4–5	6–7	4–5	6–7
		Timpul, min.			
6	1,00	0,019	0,019	0,021	0,020
8	1,00	0,025	0,024	0,028	0,027
	1,25	0,026	0,025	0,029	0,027
10	1,00	0,031	0,030	0,034	0,033
	1,25	0,032	0,031	0,036	0,034
	1,50	0,033	0,032	0,037	0,035
12	1,00	0,037	0,035	0,041	0,039
	1,25	0,038	0,036	0,042	0,040
	1,50	0,039	0,037	0,043	0,041
	2,00	0,041	0,039	0,045	0,043
16	1,00	0,048	0,046	0,053	0,050
	1,25	0,050	0,047	0,055	0,052
	1,50	0,051	0,049	0,056	0,053
	2,00	0,053	0,051	0,059	0,056
20	1,00	0,059	0,056	0,065	0,062
	1,25	0,061	0,058	0,067	0,064
	1,50	0,063	0,060	0,069	0,066
	2,00	0,065	0,062	0,072	0,068
24	1,00	0,070	0,066	0,077	0,073
	1,25	0,072	0,069	0,080	0,076
	1,50	0,074	0,070	0,082	0,078
	2,00	0,077	0,073	0,085	0,081

Pentru materialele de prelucrat care nu sînt cuprinse în tabelul 7.45, timpul de bază poate fi determinat din condiția ca acesta să fie mai mare decît timpul necesar realizării rotațiilor necesare ale pieselor, conform tabelului 7.42, adică:

$$t_b \geqslant \frac{\pi n_{nec} \cdot d}{1\,000 \cdot v_1} \qquad (7.24)$$

unde: n_{nec} este numărul de rotaţii ale piesei, necesare realizării filetelor prin rulare cu role cu avans radial, rot/min; v_t — viteza tangenţială a rolelor, m/min; d — diametrul exterior al filetului, mm.

În tabelul 7.46 sînt date valorile timpului de bază pentru rularea filetelor exterioare prin avans tangenţial.

7.7.3. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp, la rularea filetelor, se determină cu relaţia (7.1).

Tabelul 7.46. **Timpul de bază la rularea filetelor exterioare cu role cu avans tangenţial pe maşini de rulat filete**

Pasul filetului mm	Numărul de rotaţii ale piesei *)	Turaţia rolelor, rot/min.			
		500	1000	1500	2500
		Timpul de bază, sec.			
0,75	11—27	1,3—3,2	0,7—1,6	0,4—1,1	0,3—0,6
1,00	14—31	1,7—3,7	0,8—1,9	0,6—1,2	0,3—0,7
1,50	17—35	2,0—4,2	1,0—2,1	0,7—1,4	0,4—0,8
2,00	21—40	2,5—4,8	1,3—2,4	0,7—1,6	0,5—0,9
2,50	23—43	2,8—5,2	1,4—2,6	0,9—1,7	0,6—1,0
3,00	26—47	3,1—5,6	1,6—2,8	1,0—1,9	0,6—1,1

*) Numărul real de rotaţii ale piesei va depinde de materialul de prelucrat şi de dimensiunea rolelor utilizate.

Tabelul 7.47. **Timpul de pregătire-încheiere la filetarea prin rulare pe maşini de rulat filete**

Denumirea operaţiilor normate		T_{pi}, min.
Operaţii curente	Reglarea maşinii de rulat filete cu role	8
	Primirea şi predarea documentelor comenzii respective, a dispozitivelor şi aparatelor de măsurat etc.	6
Operaţii suplimentare	Înlocuirea rolelor pentru rularea filetului	15

Tabelul 7.48, **Timpul ajutător la rularea filetelor pe maşini de rulat filete**

Denumirea operaţiei	Precizia filetului	Diametrul exterior al filetului, mm						
		6	8	10	12	16	20	24
		Timpul ajutător, min						
Rularea filetelor şuruburilor	4—5	0,041	0,052	0,062	0,071	0,086	0,117	0,146
	6—7	0,040	0,051	0,061	0,070	0,085	0,115	0,144
Rularea filetelor prezoanelor	4—5	0,061	0,076	0,091	0,106	0,132	0,177	0,220
	6—7	0,060	0,075	0,090	0,105	0,130	0,175	0,218

Valorile timpului de pregătire-încheiere T_{pi} sînt date în tabelul 7.47. Timpul ajutător în legătură cu operaţia, la rularea filetelor, este dat în tabe-

lul 7.48, pe baza observaţiilor şi măsurărilor efectuate în diferite ateliere de producţie. Timpul de deservire tehnică, de deservire organizatorică şi de odihnă şi necesităţi fiziologice este dat în tabelul 7.49.

Tabelul 7.49. **Timpul pentru deservirea locului de muncă la filetarea prin rulare pe maşini de rulat filete**

Diametrul exterior al filetului, mm	<10	10–25	25–50
Timp de deservire tehnică, % t_b	1,8	2,0	3,0
Timp de deservire organizatorică, % $(t_b + t_a)$	2,0	2,4	3,5

Observaţie. Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice este cuprins în timpul de deservire organizatorică.

7.7.4. Exemplu de calcul

Să se ruleze filetul şurubului precis, cu cap hexagonal conform STAS 4272-70, cu filet M 12 × 1,25, cu abateri limită ale filetului conform cîmpului 6 g STAS 8165-68, cu lungimea 100 mm, avînd caracteristici mecanice conform grupei 6.8-STAS 2700/3-69, cu lungimea părţii filetate de 30 mm, la gradul de precizie 6, pe o maşină de rulat filet GWR 80 (model IV).

a. *Alegerea regimului de lucru.* Pentru $\sigma_r = 60$ daN/mm² (conform grupei de caracteristici mecanice 6.8), din tabelul 7.41 se alege viteza tangenţială a rolelor, $v = 35$ m/min, iar avansul radial $s = 0{,}08$ mm/rot. piesă. Sînt necesare minimum 16 rotaţii ale piesei pentru realizarea filetului prin rulare (tabelul 7.42).

b. *Determinarea normei tehnice de timp.* Din tabelul 7.45, pentru filetul M 12 × 1,25, gradul de precizie 6, HRC ⩽ 25 rezultă : $t_b = 0{,}036$ min. Din tabelul 7.48 rezultă $t_a = 0{,}070$ min. Din tabelul 7.49 se obţine : $t_{at} = 0{,}02 \cdot t_b = 0{,}02 \cdot 0{,}036 = 0{,}00072 \approx 0{,}001$ min, şi $t_{do} + t_{on} = 0{,}024 \cdot (t_b + t_a) = 0{,}024 \cdot 0{,}106 = 0{,}00254 \approx 0{,}003$ min. Timpul pe bucată va fi $t_{buc} = t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} = 0{,}036 + 0{,}070 + 0{,}001 + 0{,}003 = 0{,}11$ min, iar norma tehnică de timp va fi $N_T = \frac{T_{pt}}{n} + t_{buc}$, în care n este seria de fabricaţie.

7.8. Rectificarea filetelor

7.8.1. Principiul metodei

Prin operaţia de rectificare a filetelor se realizează finisarea filetelor călite, prelucrarea filetelor de precizie * precum şi prelucrarea filetelor în vederea obţinerii unei calităţi superioare a suprafeţelor active.

La piesele filetate care trebuie să aibă în exploatare o duritate mai mare de 30 HRC sau o rezistenţă peste 120 daN/mm², se degroşează filetul prin metode de aşchiere uzuale, şi, după tratamentul termic, se supune unei operaţii de finisare cu discuri abrazive. Dacă pasul filetului este mai mic decît 0,5 mm, nu se aplică operaţie de degroşare anterioară tratamen-

* În categoria filetelor de precizie se includ : *a*/ toate filetele metrice sau în ţoli cu profil triunghiular, trapezoidal sau ferăstrău (cu destinaţie generală) al căror cîmp de toleranţă este mai strîns sau cel mult egal cu cel prescris pentru filete din clasa de precizie fină ; *b*/ toate filetele trapezoidale ale şuruburilor conducătoare din clasele de precizie 0...4 ; *c*/ toate filetele pentru calibrele şi contracalibrele de filetat ; *d*/ toate filetele care trebuie să asigure deplasări cu o precizie impusă.

tului termic, deoarece, în timpul efectuării acestuia, s-ar produce decarburarea spirelor filetului. Astfel, prelucrarea filetelor tratate termic cu pasul sub 0,5 mm, fie exterioare, fie interioare, este posibilă numai prin rectificare. În cazul filetelor interioare, cu diametrul sub 20 mm, pentru care operaţia de rectificare devine foarte dificilă, se aplică rodarea cu dornuri de fontă şi pastă abrazivă.

Rectificarea filetelor se aplică la următoarele categorii de piese: piepteni de filetat; cuţite-disc de filetat; calibre tampon şi calibre inel pentru filete (indiferent de profilul filetului); role pentru rularea filetului; freze de filetat; şuruburi conducătoare etc.

Precizia obţinută pe maşinile de rectificat filete este, în general, următoarea: pentru pas, precizia este de 3...5 μm pe 25 mm lungime, pentru unghiul profilului ±5′, iar pentru diametrul mediu 6...8 μm.

Metodele de rectificare a filetelor sînt condiţionate de forma, precizia şi dimensiunile piesei de rectificat.

a. *Rectificarea cu disc abraziv cu mai multe profiluri prin pătrundere.* La filetele mai scurte de 70 mm, cu pasul sub 2 mm, se foloseşte rectificarea cu disc abraziv care are pe partea activă practicate mai multe canale circulare, cu profilul corespunzător filetului ce urmează a fi prelucrat (fig. 7.9). Lăţimea discului abraziv este mai mare cu 2...3 paşi decît lungimea filetului.

b. *Rectificarea cu disc abraziv cu un singur profil, cu avans longitudinal.* Piesele cu lungimea filetată mai mare de 70 mm, sau cele care trebuie să asigure deplasări cu o precizie impusă se rectifică cu un disc abraziv cu grosimea de 6...10 mm, cu profil corespunzător filetului de prelucrat (trapezoidal, triunghiular etc.) (fig. 7.10).

c. *Rectificarea cu disc abraziv cu mai multe profiluri cu avans longitudinal.* Filetele cu precizie mai mică, cu o lungime mai mare decît lăţimea discului abraziv, se rectifică cu un disc de 20...70 mm lăţime, cu canale circulare avînd profilul golului filetului. Lucrul se desfăşoară după metoda avansului tangenţial (fig. 7.11).

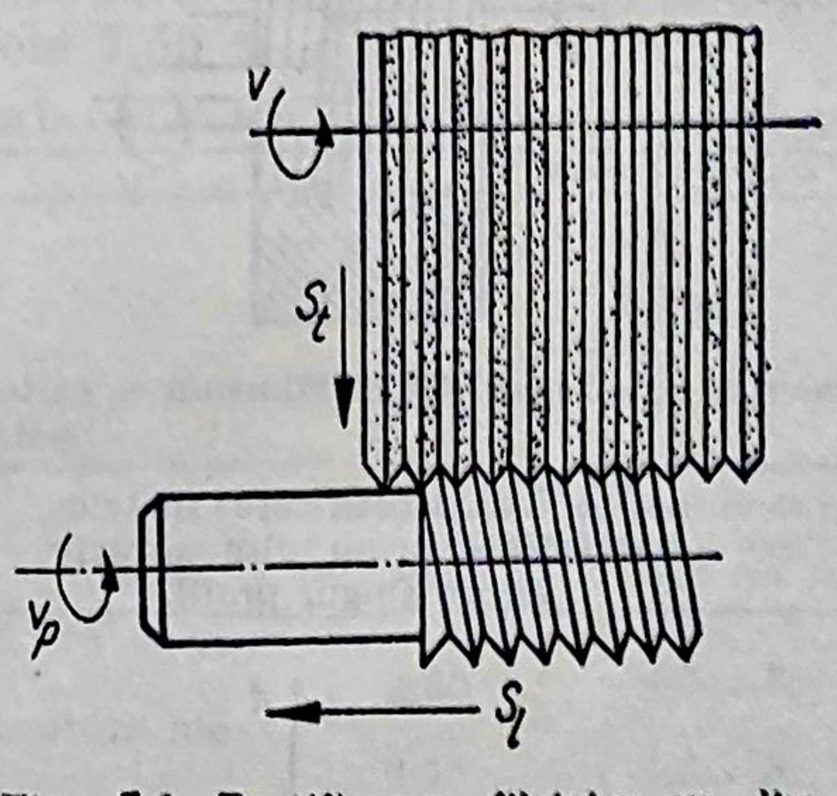


Fig. 7.9 Rectificarea filetelor cu disc abraziv cu mai multe profiluri prin pătrundere.

d. *Rectificarea interioară cu disc abraziv cu un singur profil sau cu mai multe profiluri.* Această metodă se foloseşte pentru filete fine, a căror lungime nu depăşeşte 25 mm (fig. 7.12 şi 7.13).

e. *Rectificarea filetelor exterioare pe maşini de rectificat fără centre.* Prelucrarea se desfăşoară după aceleaşi principii cu rectificarea exterioară a pieselor cilindrice cu observaţia că linealul de susţinere se înclină cu unghiul de înclinare al elicei filetului, iar discul de antrenare se înclină cu dublul acestui unghi. În acest fel se asigură deplasarea piesei în mişcarea de translaţie în corespondenţă cu pasul filetului (fig. 7.14).

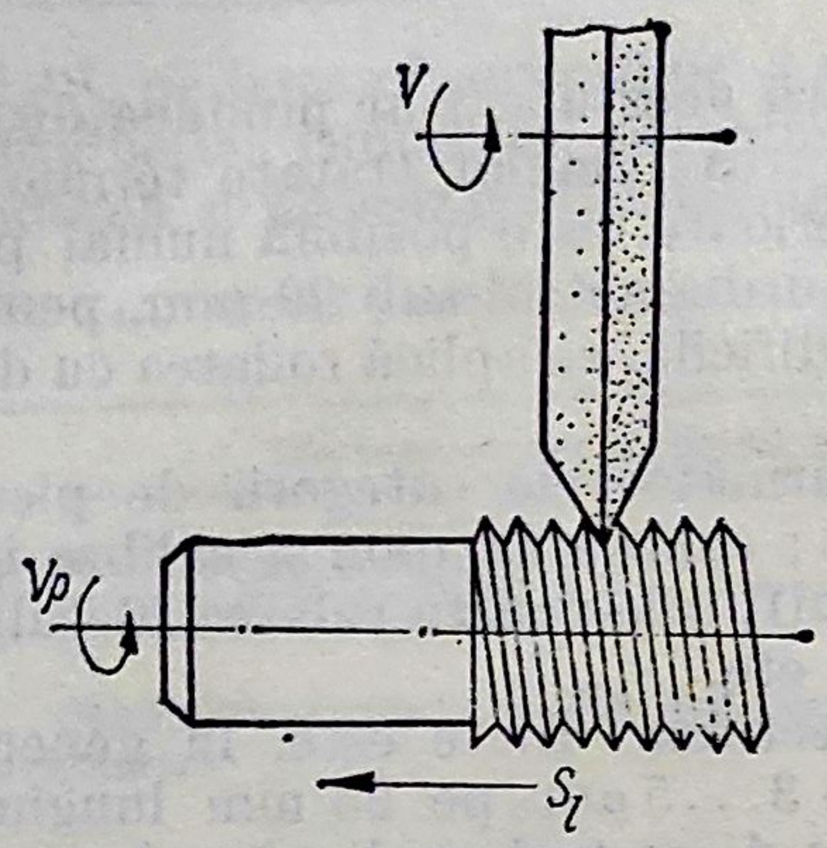


Fig. 7.10. Rectificarea cu disc abraziv cu un singur profil.

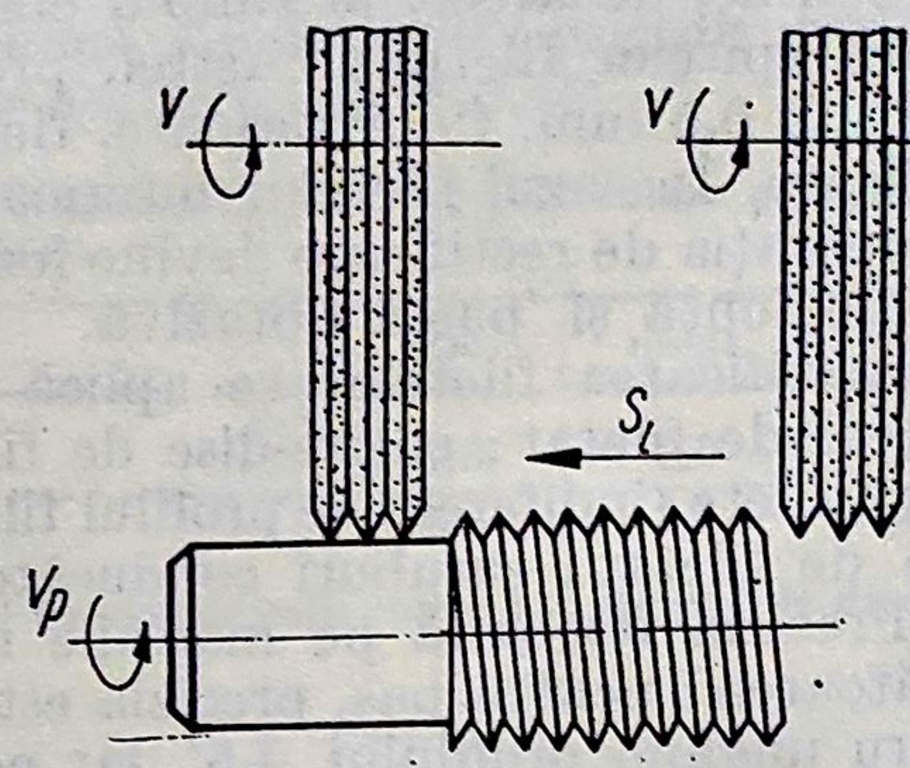


Fig. 7.11. Rectificarea cu disc abraziv cu mai multe profiluri cu avans longitudinal.

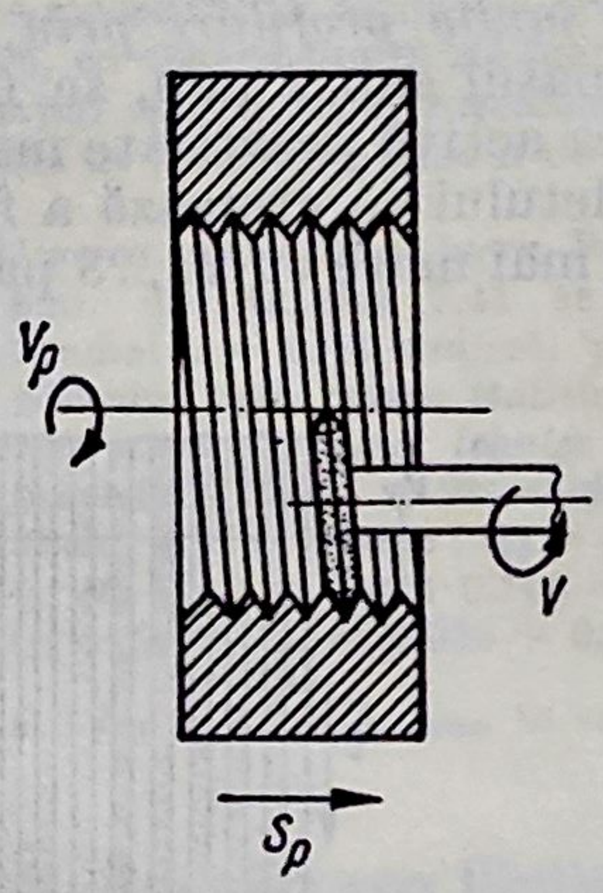


Fig. 7.12. Rectificarea filetelor interioare cu un disc abraziv cu un singur profil.

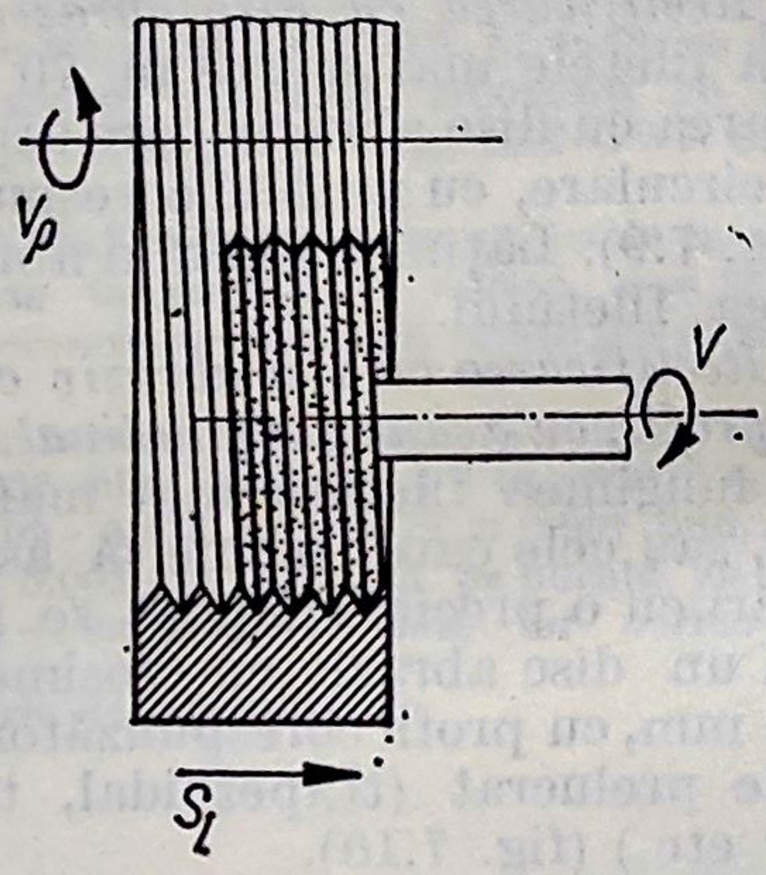


Fig. 7.13. Rectificarea filetelor interioare cu un disc abraziv cu mai multe spire.

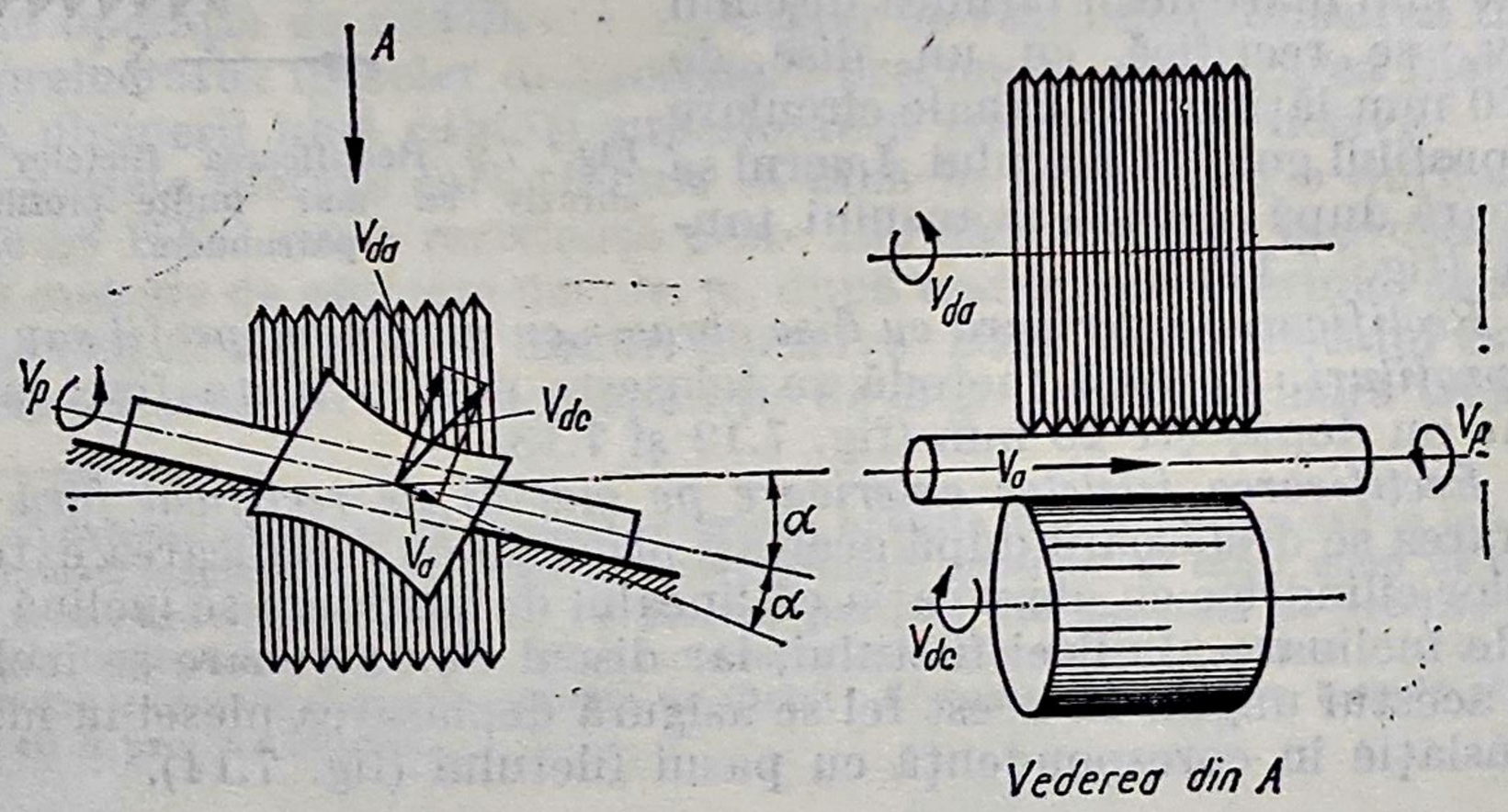


Fig. 7.14. Rectificarea filetelor exterioare pe mașini de rectificat fără centre.

Eficacitatea rectificării cu discuri cu mai multe profile se determină astfel:

● La rectificarea cu metoda cu avans transversal al discului şi cu avans longitudinal al piesei (fig. 7.9), cu disc cu mai multe profiluri, cu relaţia

$$K = 64 \cdot \frac{n_2 \cdot l \cdot i_1}{p \cdot n_1 \cdot N} \quad [\%], \tag{7.25}$$

în care : n_1 şi n_2 reprezintă turaţia piesei în cazul în care rectificarea se face cu un disc cu un singur profil, respectiv cu mai multe profiluri, rot./min ; i_1 — numărul de treceri la rectificarea cu un disc cu un singur profil ; N — numărul total de rotaţii ale piesei în care se realizează întregul avans longitudinal ; l — lungimea filetului, mm ; p — pasul filetului, mm.

● La rectificarea cu disc abraziv cu mai multe profiluri, cu avans longitudinal (fig. 7.11) relaţia este

$$K = 64 \cdot \frac{n_3 \cdot l \cdot i_1}{n_1(1 + 2H) \cdot i_2} \quad [\%], \tag{7.26}$$

în care : n_3 este turaţia piesei la rectificarea cu disc cu mai multe profiluri, cu avans longitudinal, rot/min ; i_2 — numărul de treceri la rectificarea cu un disc cu mai multe profiluri ; H — lăţimea discului cu mai multe profiluri, mm.

Precizia de prelucrare la rectificarea filetului cu discuri cu un singur sau cu mai multe profiluri se exprimă prin abaterile de pas şi prin abaterile diametrului mediu al flancurilor (tabelele 7.50 şi 7.51).

Tabelul 7.50. **Precizia de prelucrare ce se poate realiza la rectificarea cu discuri cu o singură spiră**

Tipul de piesă care se rectifică	Abaterea la pas, μm
Şuruburi conducătoare pentru maşini-unelte	± 5
Contracalibre de filet	± 5
Calibre de filet de lucru	±10

Tabelul 7.51. **Precizia de prelucrare ce se poate realiza pe maşinile de rectificat filete, în funcţie de procedeul folosit**

Procedeul de rectificare	Abaterea la diametrul mediu al filetului, μm	Abaterea de pas pe o lungime de 25 mm, μm
Rectificarea cu discuri cu mai multe profiluri, cu avans transversal (prin pătrundere)	±30	±5...8
Rectificarea cu discuri cu mai multe profiluri, cu avans longitudinal	±15	±5...8
Rectificarea cu discuri cu un singur profil	± 5	±2...3

Un alt parametru care se urmăreşte pentru stabilirea corectă a normei tehnice de timp este rugozitatea suprafeţelor obţinute prin rectificare. În mod curent, la operaţiile de rectificare, se obţin rugozităţi cu valorile indicate în tabelul 7.52.

Tabelul 7.52. **Valorile rugozităţii flancurilor filetelor obţinute prin rectificare**

Tipul filetului sau al îmbinării filetate	Rugozitatea, R_a, μm
Calibre şi contracalibre T şi NT inel şi tampon	0,20—0,80
Tarozi, cuţite disc, şuruburi conducătoare, role pentru rulat filete	0,80—1,60
Piese importante încărcate dinamic, în şuruburi filetate	0,80—1,60
Îmbinări etanşe, încărcate dinamic constant, cu lungime de îmbinare scurtă, însă supuse la sarcini statice mari	1,6

7.8.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp se calculează cu relaţia (7.1).

7.8.2.1. **Determinarea timpului de pregătire-încheiere.** Timpul de pregătire-încheiere se va lua în funcţie de maşina de rectificat utilizată.

7.8.2.2. **Determinarea timpului de bază.** Un parametru de care depinde timpul de bază îl constituie, pe lîngă parametrii regimului de aşchiere, şi calitatea discurilor abrazive. Pentru rectificarea filetelor se recomandă utilizarea discurilor abrazive cu parametrii menţionaţi în tabelul 7.53.

Tabelul 7.53. **Discuri abrazive pentru rectificarea filetelor**

Pasul filetului de rectificat, mm	Degroşare		Finisare	
	Granulaţia	Duritatea	Granulaţia	Duritatea
Pînă la 0,5	5— 6	N—O	4— 5	N—O
0,5—0,9	6— 8	N	5— 6	N
1,0—1,25	8—10	N	6— 8	N
1,5—2,5	10—12	L	8—10	L
2,5—4,0	12—16	L	10—12	L
4,5—5,5	12—16	K	10—12	K

Timpul de bază se determină cu relaţia

$$t_b = \frac{L}{n \cdot p} \text{ [min]}, \tag{7.27}$$

în care: L este lungimea filetului, la care s-au adăugat şi lungimile de intrare şi de ieşire a discului abraziv, mm; n — turaţia piesei de prelucrat, rot/min; p — pasul filetului, mm.

Timpul pentru înapoierea discului abraziv în poziţia iniţială se stabileşte cu relaţia

$$t_{gol} = \frac{L}{n_{gol} \cdot p} \text{ [min]}. \tag{7.28}$$

în care n_{gol} este turaţia axului principal la cursa de înapoiere, rot/min.

Turaţia piesei la rectificarea filetului cu disc abraziv cu unul sau mai multe profile, cu avans transversal se determină cu relaţia

$$n = C_1 \frac{p^{0,5}}{D^{0,7} \cdot t} \text{ [m/min]}, \tag{7.29}$$

în care: C_1 este coeficient care ţine seama de cantitatea de aşchii îndepărtate de pe piesă (tabelul 7.54); p — pasul filetului, mm; t — adîncimea de aşchiere, mm; D — diametrul nominal al filetului, mm.

Tabelul 7.54. **Valorile coeficientului C_1**

Metoda de rectificare a filetului	Operaţia de rectificare	C_1
Cu disc monoprofil	Rectificarea filetului după tăiere prin aşchiere şi călire	6
Cu disc cu mai multe profiluri, cu avans transversal	Rectificare din plin	15
Cu disc cu mai multe profiluri cu avans longitudinal, dintr-o singură trecere	Rectificare din plin	0,9
	Rectificare de finisare a filetului tăiat prin aşchiere şi călit	0,32

Turația piesei la rectificarea filetelor cu discuri abrazive cu mai multe profiluri, cu avans longitudinal, se determină cu relațiile

$$n = C_1 \cdot \frac{h}{D^{0,7} \cdot p^{0,5} \cdot t} \text{ [rot/min] sau } n = C_1 \cdot \frac{z \cdot p^{0,5}}{D^{0,7} \cdot t} \text{ [rot/min]}, \qquad (7.30)$$

în care h este lățimea activă de lucru a discului abraziv, mm, iar z — numărul de spire ale discului abraziv.

Numărul de treceri i și adîncimea de așchiere t se stabilesc în funcție de mărimea adaosului de prelucrare. În general, numărul de treceri se ia $i = 3$, în care caz adîncimile de așchiere se stabilesc astfel :

$$\begin{aligned} t_1 &= (0{,}5 \ldots 0{,}7) A_c \quad [\text{mm}]; \\ t_2 &= (0{,}2 \ldots 0{,}4) A_c \quad [\text{mm}]; \\ t_3 &= 0{,}1 A_c \quad [\text{mm}], \end{aligned} \qquad (7.31)$$

în care A_c este adaosul de prelucrare pentru rectificare, mm.

7.8.2.3. **Determinarea timpilor ajutători.** Timpii ajutători se stabilesc în funcție de tipul mașinilor de rectificat utilizate și se dau în tabelele de la capitolul respectiv.

7.8.2.4. **Determinarea timpilor de deservire și de odihnă și necesități fiziologice.** Timpii de deservire și de odihnă și necesități fiziologice se vor lua în funcție de tipul mașinii de rectificat folosite, din tabelele de la capitolul respectiv.

7.9. Indicații cu privire la alegerea metodei de filetare

Pentru obținerea unui filet cu caracteristici stabilite precis (pas, profil, diametru, număr de începuturi etc.) se pot utiliza diferite metode de prelucrare care diferă între ele prin precizia și calitatea suprafețelor rezultate, dar mai ales prin economicitatea prelucrării.

Alegerea corectă a metodei de prelucrare a filetului are o foarte mare importanță în obținerea de consumuri minime de timpi de bază și de timpi auxiliari.

În tabelul 7.55 se prezintă, comparativ, consumurile de timp de bază și de timp auxiliar pentru cele mai răspîndite metode de prelucrare a filetelor pe o lungime de 100 mm (material OLC 45) și pentru diferite tipuri de filete.

Din analiza tabelului se desprind următoarele concluzii :

— filetarea cu cuțite din oțel rapid este metoda cea mai puțin productivă, indiferent de tipul filetului ;

— productivitatea cea mai ridicată apare la obținerea profilului filetului prin deformare plastică (rulare) ;

— productivitatea prelucrării crește, chiar la formarea filetelor cu cuțitul, prin utilizarea de cuțite prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice ; cuțitele cu plăcuțe, montate într-un cap rotativ (filetare în vîrtej), asigură o productivitate de 5...9 ori mai mare în comparație cu prelucrarea filetelor cu cuțite cu plăcuțe așezate pe căruciorul mașinii-unelte ;

Tabelul 7.55. **Consumurile de timp de bază şi de timp auxiliar pentru diferite metode de formare a filetului**

Nr. crt.	Tipul filetului	Dimensiunea filetului	Gradul de precizie	Elementul de timp	Scula cu care se prelucrează						
					Din oţel rapid	Cuţit prevăzut cu plăcuţă din carburi metalice		Filieră rotundă	Tarozi	Freză de filetat cu mai multe spire	Rolă de filetat
						Aşezat pe cărucior	Aşezat în cap rotativ				
					Timpul, min						
1	Filet metric exterior de trecere	M10×1,5	4	Timp de bază	2,13	—	—	0,79	—	0,26	0,034
				Timp auxiliar legat de fază	1,81	—	—	0,17	—	0,21	0,070
				Total	3,94	—	—	0,96	—	0,47	0,104
2	Filet metric exterior de trecere	M24×2	6	Timp de bază	4,47	0,31	—	—	—	0,60	0,078
				Timp auxiliar legat de fază	2,28	1,31	—	—	—	0,21	0,149
				Total	6,75	1,62	—	—	—	0,81	0,227
3	Filet exterior trapezoidal de trecere	Tr80×4	8	Timp de bază	7,86	0,38	0,28	—	—	1,88	—
				Timp auxiliar legat de fază	2,95	1,94	0,11	—	—	0,21	—
				Total	10,81	2,32	0,39	—	—	2,09	—
4	Filet exterior trapezoidal fără canale de ieşire	Tr80×4	8	Timp de bază	7,86	1,59	0,28	—	—	1,88	—
				Timp auxiliar legat de fază	2,95	1,94	0,11	—	—	0,21	—
				Total	10,81	3,53	0,39	—	—	2,09	—
5	Filet metric interior de trecere	M48×3	6	Timp de bază	8,25	0,49	0,56	—	0,183	0,82	—
				Timp auxiliar legat de fază	2,38	1,78	0,11	—	0,42	0,25	—
				Total	10,83	2,27	0,67	—	0,603	1,07	—
6	Filet interior trapezoidal fără canal de ieşire	Tr80×4	8	Timp de bază	9,6	2,07	1,06	—	—	—	—
				Timp auxiliar legat de fază	3,46	2,45	0,11	—	—	—	—
				Total	13,06	4,52	1,17	—	—	—	—

— precizia şi calitatea suprafeţelor sînt superioare la prelucrarea cu cuţite montate pe căruciorul maşinii-unelte în comparaţie cu filetarea în vîrtej.

Alegerea metodei de filetare se face ţinînd seama de : volumul producţiei, natura materialului care se prelucrează, precizia şi calitatea de suprafaţă impuse, dimensiunile şi profilul filetului, în aşa fel încît să se asigure productivitatea şi economicitatea fabricaţiei.

Capitolul 8

NORMAREA LUCRĂRILOR DE FREZARE

8.1. Generalităţi

Operaţia de frezare se poate executa pe mai multe tipuri de maşini şi anume :

— maşini de frezat orizontal ;
— maşini de frezat vertical ;
— maşini de frezat universal ;
— maşini de frezat longitudinal (portal) ;
— maşini de alezat şi frezat ;
— maşini de frezat cu tambur ;
— maşini de frezat cu masă rotativă ;
— maşini de frezat multiax.

Prezentarea unitară a normării tehnice pe maşinile de frezat se face prin prezentarea metodelor şi posibilităţilor de prelucrare pe tipuri de suprafeţe, menţionîndu-se la fiecare tip de suprafaţă maşina care poate fi utilizată. Se vor prezenta posibilităţile de prelucrare pentru următoarele suprafeţe :

— frezarea suprafeţelor plane (orizontale, înclinate sau verticale) şi a pragurilor (umerilor) ;

— frezarea suprafeţelor profilate, a canalelor de pană şi a altor canale (în T, V etc.).

Frezarea suprafeţelor plane se poate face cu freză cilindrică elicoidală (STAS 578-67), cu freză cilindro-frontală elicoidală (STAS 579-71), cu freză cilindro-frontală cu dinţi rari (STAS 2217-66) sau cu freză cilindro-frontală cu diametrul 80...250 mm (STAS 6308-67).

Prelucrarea suprafeţelor plane cu freză cilindro-elicoidală (fig. 8.1.) se face pe maşini de frezat orizontal la care lăţimea frezei trebuie să fie mai mare decît lăţimea suprafeţei care se prelucrează.

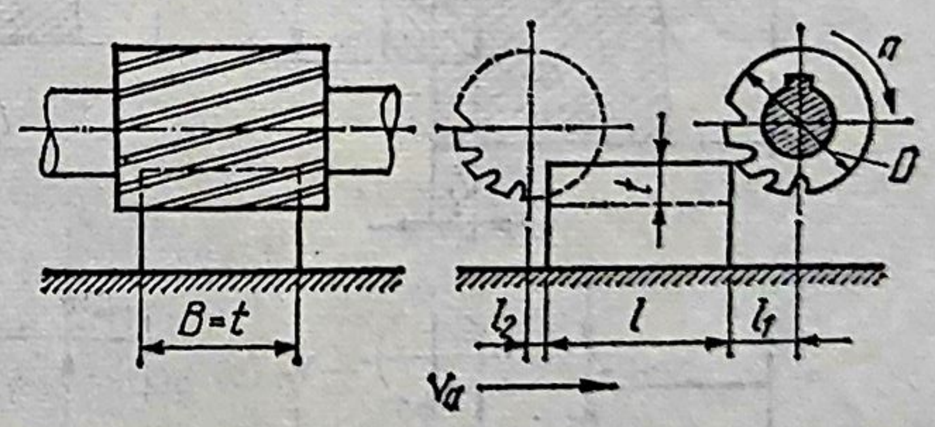


Fig. 8.1. Frezarea plană cu freză cilindro-elicoidală.

Frezarea cu freze cilindro-elicoidale se poate face, în funcţie de sensul de rotaţie al frezei şi de sensul de avans al piesei, prin două metode, (fig. 8.2) : frezarea în sens contrar avansului şi frezarea în sensul avansului.

Frezarea în sens contrar avansului se caracterizează prin ecruisarea suprafeţelor prelucrate pe o anumită adîncime, uzură în general mare a dinţilor frezei şi o rugozitate mare a sprafeţei prelucrate.

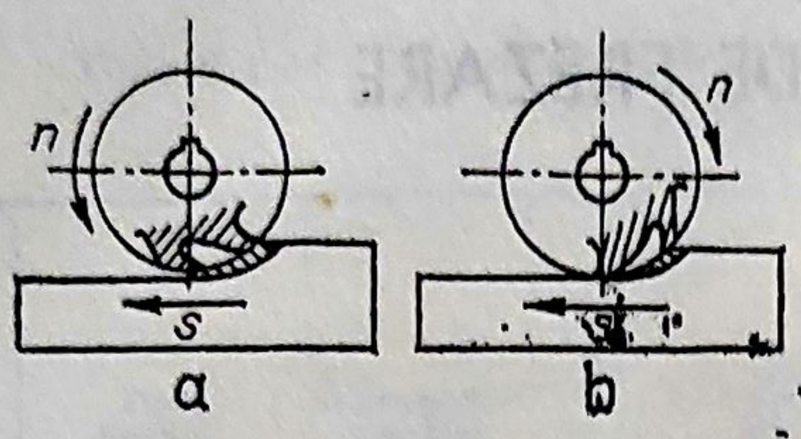


Fig. 8.2. Sensul de rotaţie a frezei la frezarea plană cu freze cilindro-elicoidale : *a* — în sens contrar avansului ; *b* — în sensul avansului.

Frezarea în sensul avansului se caracterizează printr-o productivitate sporită cu circa 50% în comparaţie cu prima metodă, o rugozitate de suprafaţă mai bună, însă în timpul lucrului apar şocuri mari la angrenarea fiecărui dinte al frezei în material.

În fig. 8.3 se prezintă schemele de prelucrare a unor suprafeţe plane simetrice sau asimetrice (praguri) cu ajutorul frezelor cilindro-frontale.

Frezarea unor suprafeţe plane verticale sau a unor praguri, se poate face şi cu ajutorul frezelor cilindro-frontale cu coadă, cilindrică STAS 1684-67, sau conică STAS 1683-67, (fig.8. 4), sau cu freze disc cu trei tăişuri, STAS 2215-67, şi freze-disc cu trei tăişuri cu dinţi în zig-zag, STAS 3861-67) (fig. 8.5).

Frezarea suprafeţelor plane simetrice sau asimetrice orizontale cu ajutorul

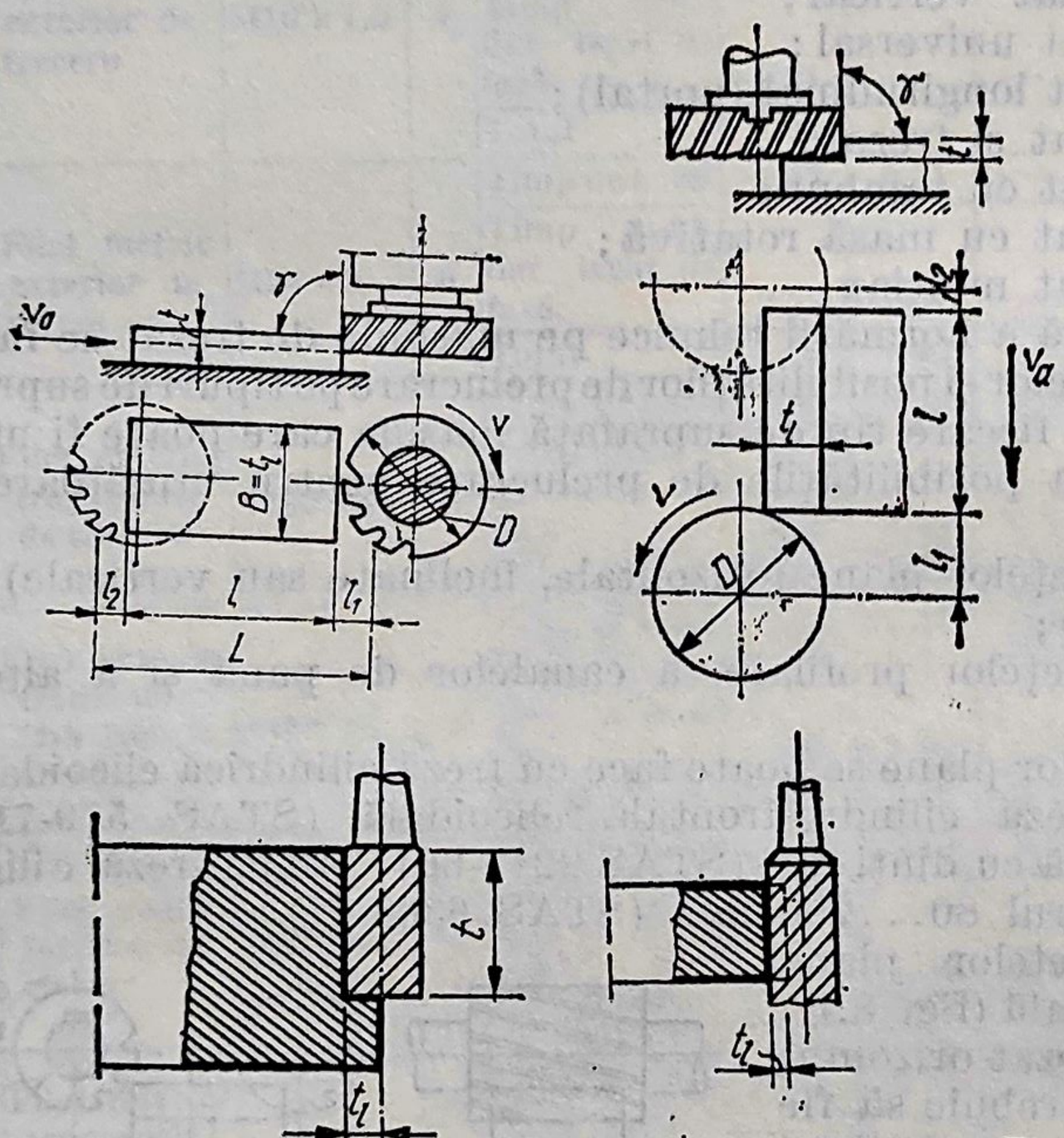


Fig. 8.3. Frezarea pragurilor şi umerilor cu freze cilindro-frontale.

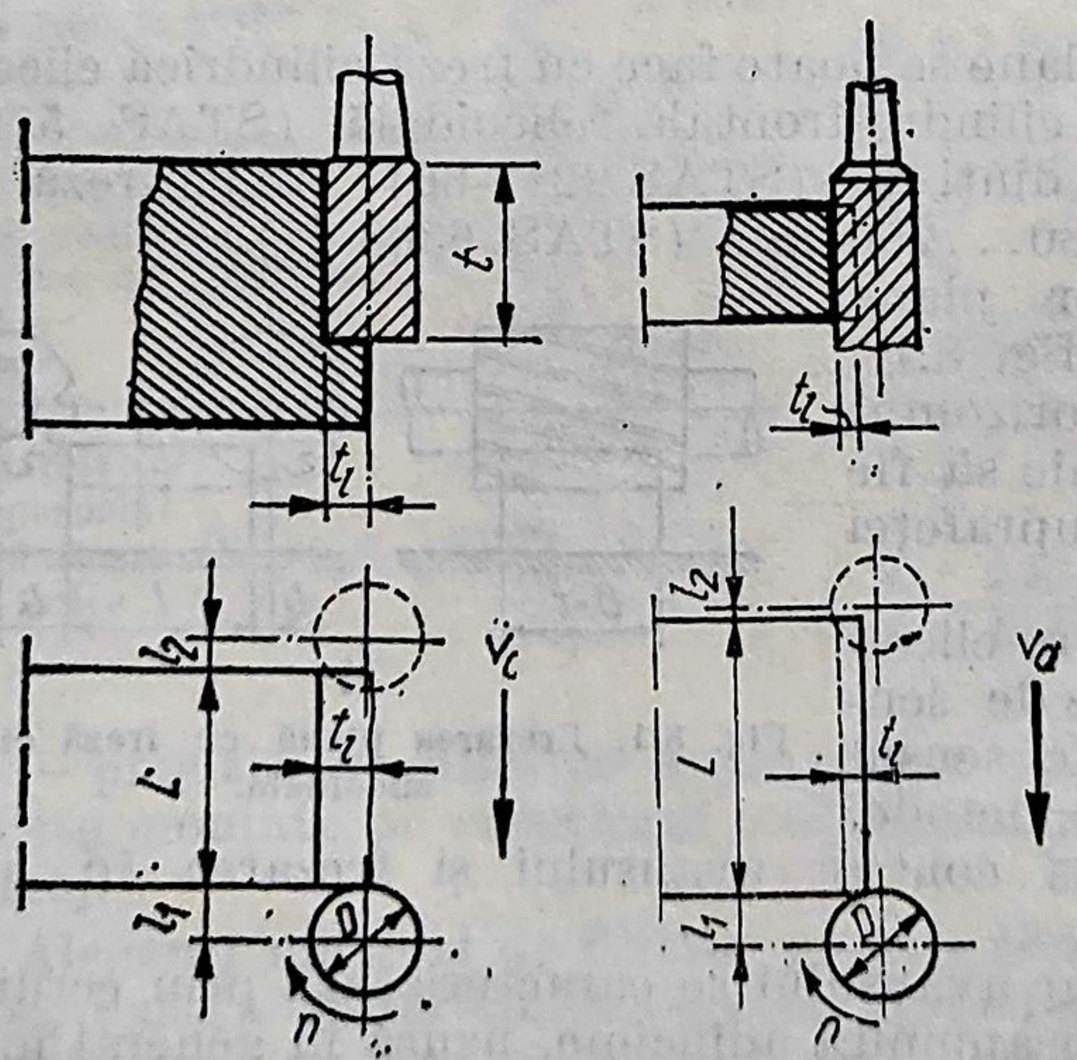


Fig. 8.4. Frezarea pragurilor şi umerilor cu freze cilindro-frontale cu coadă.

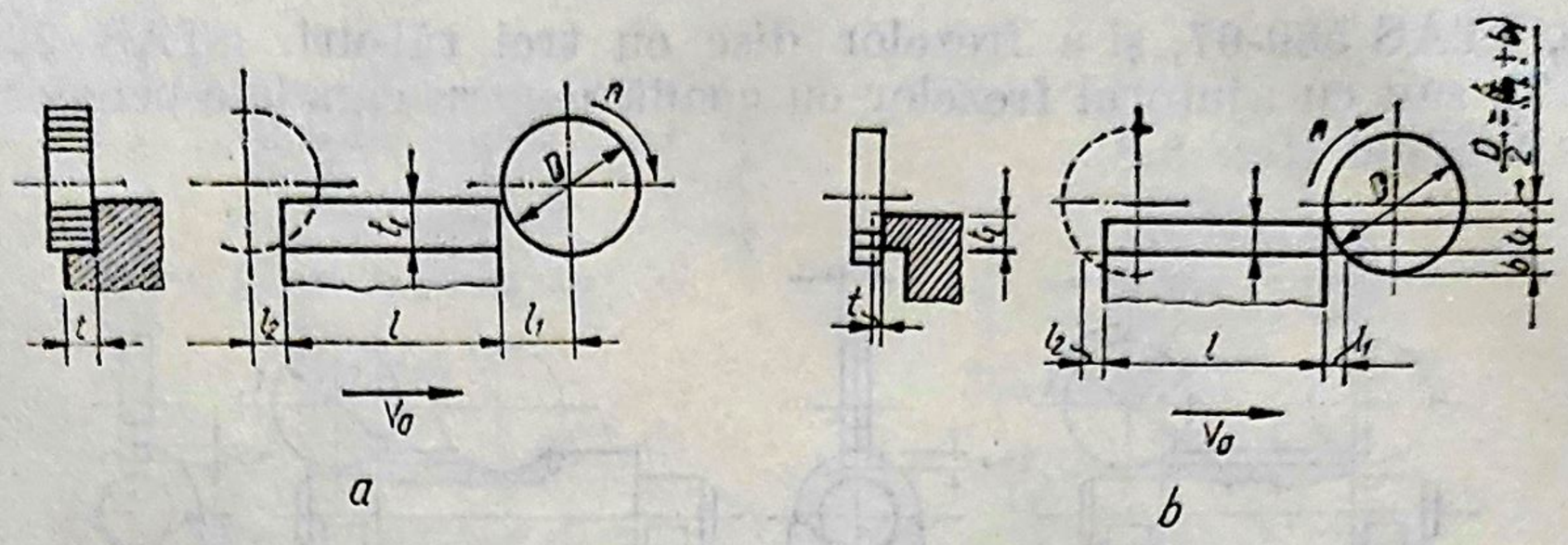


Fig. 8.5. Frezarea pragurilor cu freze disc.

frezelor cilindro-frontale cu alezaj sau cu coadă se face pe maşini de frezat verticale, pe maşini universale de frezat, pe maşini de frezat cu masă rotativă sau pe maşini cu mai multe axe.

Frezarea suprafeţelor plane verticale sau a pragurilor se poate face, în funcţie de sculă, pe toate tipurile de maşini prezentate.

Frezarea canalelor de pană se poate face, în funcţie de forma acestora, cu ajutorul frezelor pentru canelat cu coadă cilindrică, STAS 1680-67, sau conică, STAS 1681-67 (fig. 8.6), cu ajutorul frezelor disc pentru

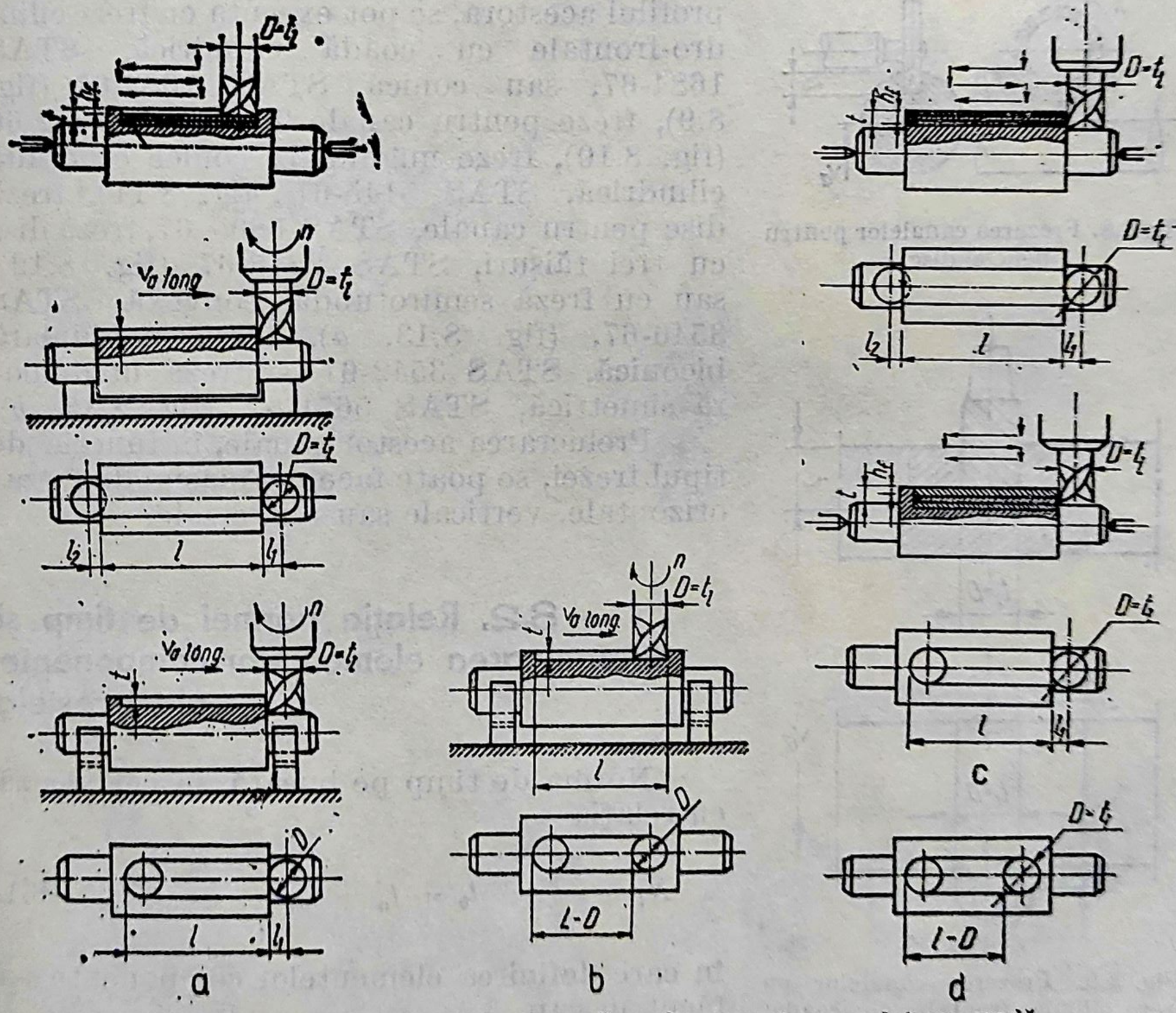


Fig. 8.6. Frezarea canalelor de pană cu freze pentru canelat cu coadă.

canale, STAS 580-67, şi a frezelor disc cu trei tăişuri, STAS 2215-67 (fig. 8.7), sau cu ajutorul frezelor cu coadă pentru canalele penelor disc, STAS 5257-66 (fig. 8.8).

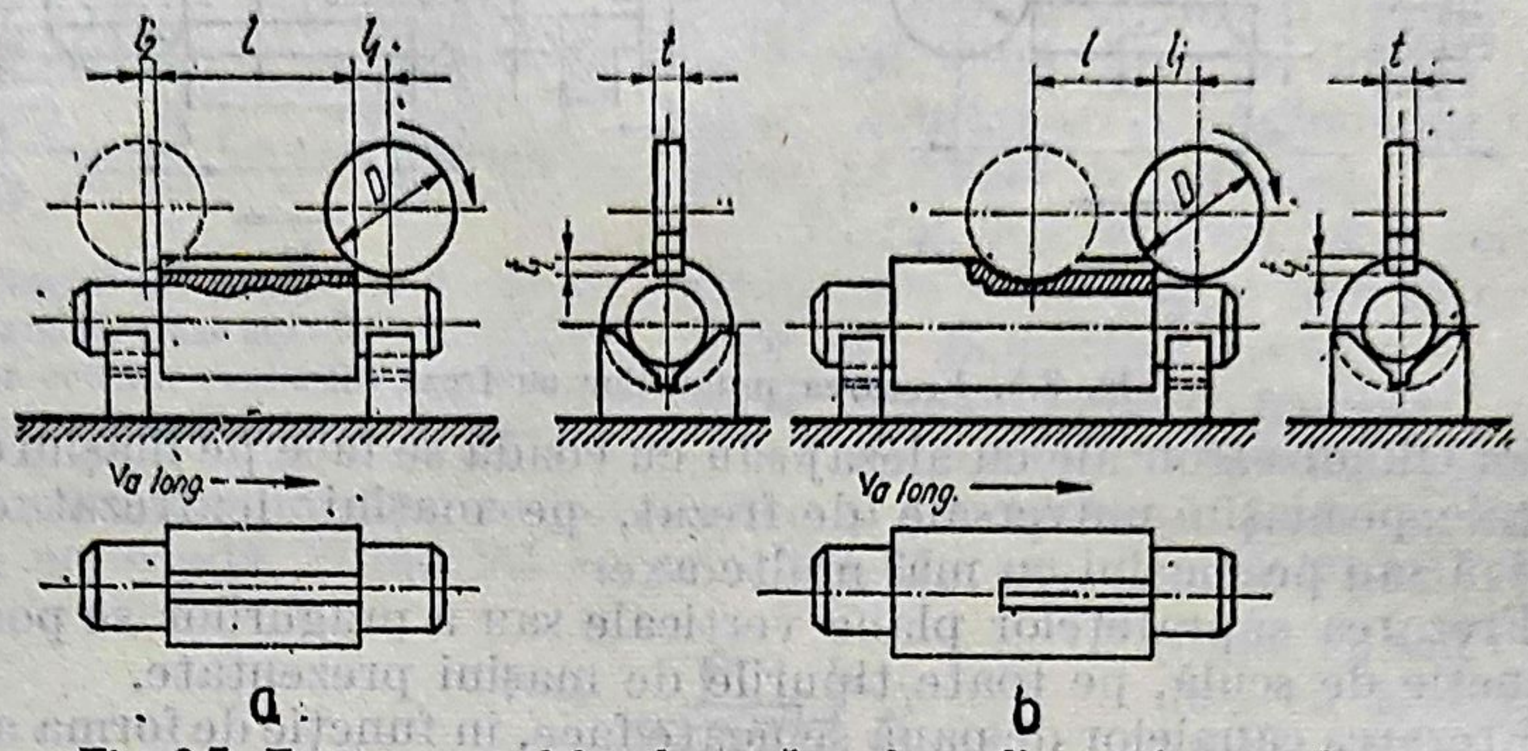


Fig. 8.7. Frezarea canalelor de pană cu freze disc pentru canale.

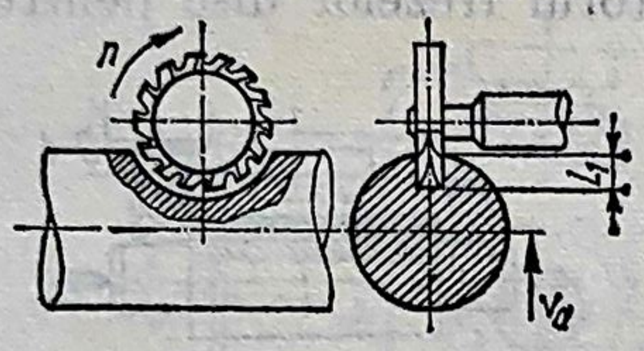


Fig. 8.8. Frezarea canalelor pentru penele disc.

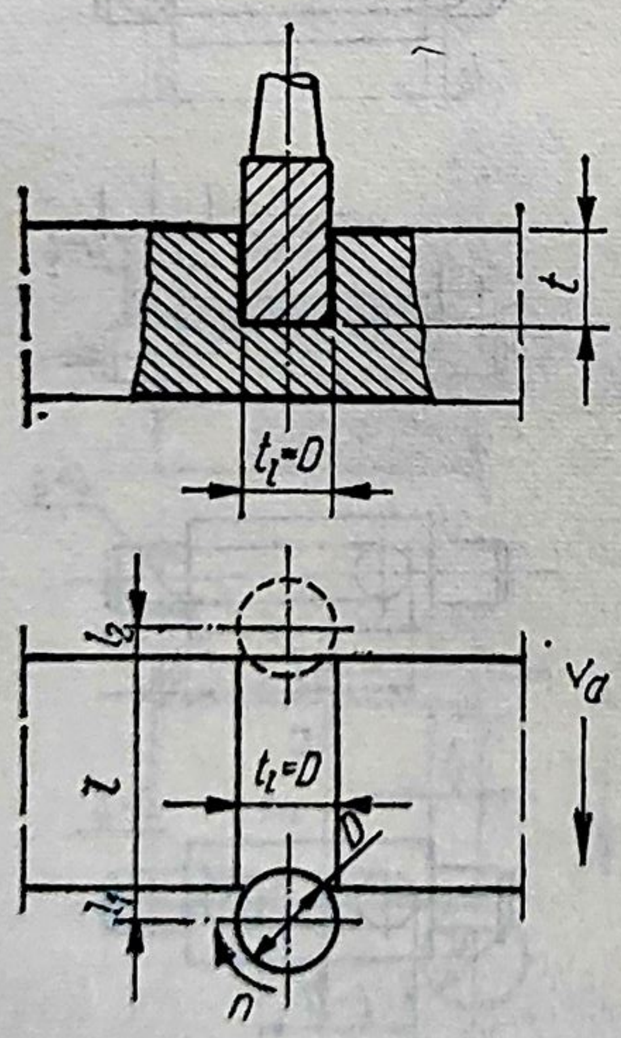


Fig. 8.9. Frezarea canalelor cu freze cilindro-frontale cu coadă.

Alte canale, în funcţie de forma şi de profilul acestora, se pot executa cu freze cilindro-frontale cu coadă cilindrică, STAS 1684-67, sau conică, STAS 1683-67 (fig. 8.9), freze pentru canale T, STAS 1682-66 (fig. 8.10), freze unghiulare conice cu coadă cilindrică, STAS 5145-67 (fig. 8.11), freză disc pentru canale, STAS 580—67, freză disc cu trei tăişuri, STAS 2215-67 (fig. 8.12), sau cu freză semirotundă convexă, STAS 3546-67, (fig. 8.13, *a*), freză unghiulară biconică, STAS 3542-67 şi freză unghiulară simetrică, STAS 5651-67 (fig. 8.13, *b*).

Prelucrarea acestor canale, în funcţie de tipul frezei, se poate face pe maşini de frezat orizontale, verticale sau universale.

8.2. Relaţia normei de timp şi determinarea elementelor componente ale acesteia

Norma de timp pe bucată se calculează cu relaţia

$$N_t = \frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} \quad (8.1)$$

în care definirea elementelor componente s-a făcut în cap. 3.

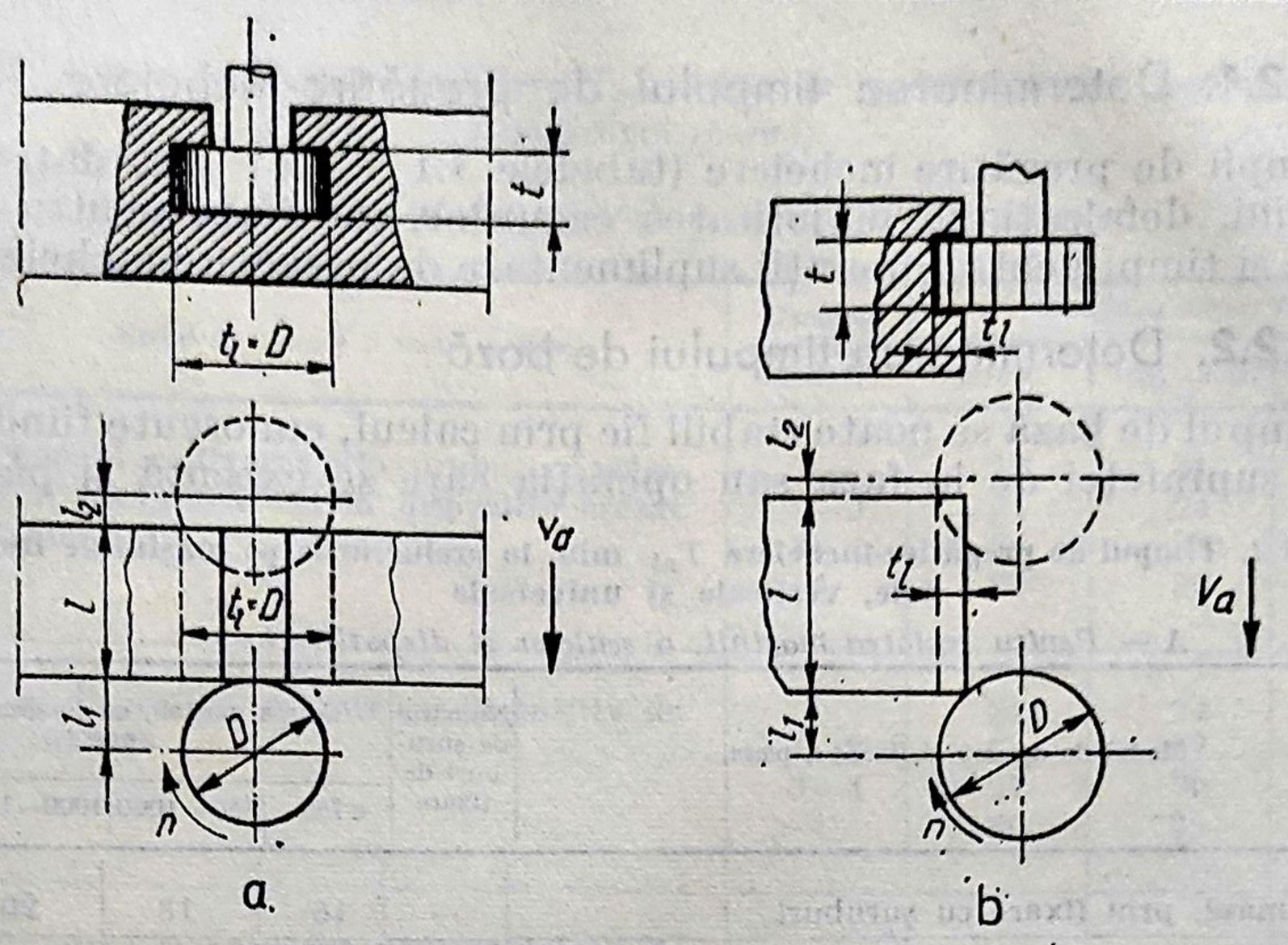


Fig. 8.10. Frezarea canalelor T.

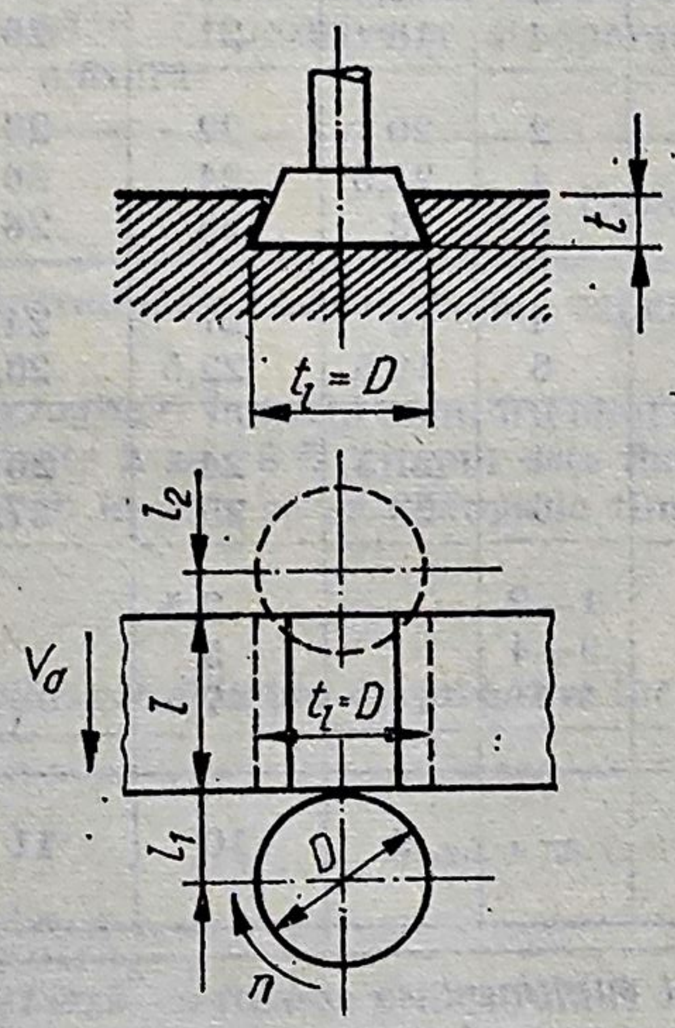


Fig. 8.11. Frezarea canalelor cu freze unghiulare conice.

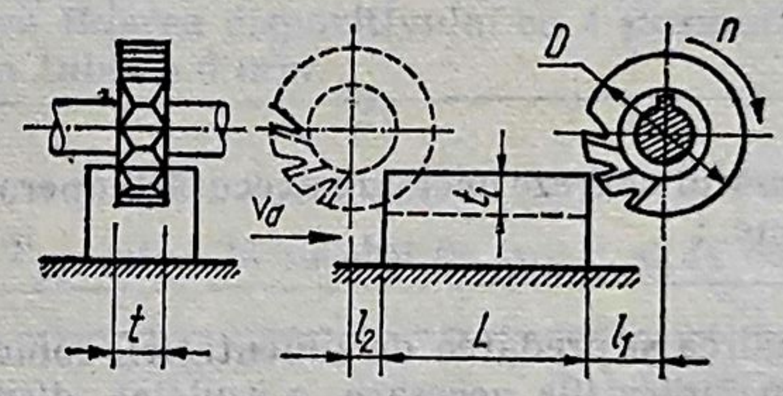


Fig. 8.12. Frezarea canalelor cu freze disc pentru canale.

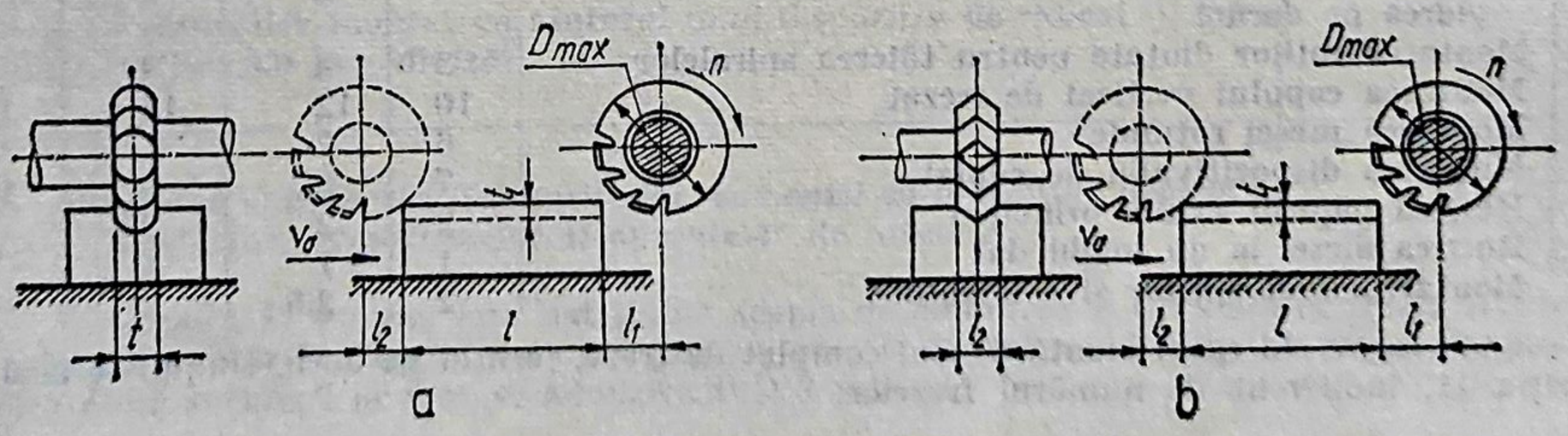


Fig. 8.13. Frezarea canalelor cu freze semirotund sau freze unghiulare simetrice.

8.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpii de pregătire-încheiere (tabelele 8.1...8.4) sînt daţi pe tipuri de maşini, defalcaţi, în majoritatea cazurilor, în timpi pentru operaţii curente şi timpi pentru operaţii suplimentare de pregătire-încheiere.

8.2.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază se poate stabili fie prin calcul, cunoscute fiind dimensiunile suprafeţei de la faza sau operaţia care se execută şi parametrii

Tabelul 8.1. **Timpul de pregătire-încheiere $T_{pî}$, min, la prelucrările pe maşini de frezat orizontale, verticale şi universale**

A — Pentru reglarea maşinii, a sculelor şi dispozitivelor

Poz.	Modul de aşezare şi fixare a piesei		Numărul de şuruburi de fixare	Grupa maşinii, cu lungimea mesei, mm:			
				<750	750—1000	1000—1500	>1500
1	Pe masă, prin fixare cu şuruburi		—	16	18	20	27
2	În menghină sau universal		2	16,5	19	24	28
3			4	18	21	26	29
4	Între vîrfuri, în universal, pe cap divizor sau în dispozitiv de divizare		2	20	22	23	27
5			4	21,5	24	26	29
6			6	23	26	28	31
7	În dispozitiv cu masa de, kg:	⩽25	4	18	21	24	27
8			6	19,5	22,5	25,5	28,5
9		>25	4	21,5	24	26	30,5
10			6	23	25,5	27,5	32,5
11	Numărul de freze necesare executării operaţiei, buc.:		1—2		2,5		3,5
12			3—4		5		7
13			>4		7,5		10,5
14	Primirea şi predarea documentaţiei, comenzii cu indicaţiile necesare, a sculelor, dispozitivelor şi aparatelor de măsură		—	9	10	11	12

B — Pentru acţiuni suplimentare

15	Montarea a doi montanţi care susţin consola	2	2	2	3
16	Montarea montantului individual la consola cu reglarea pe dorn	2	2	2	3
17	Montarea roţilor dinţate pentru tăierea spiralelor	3	4	4	4
18	Montarea capului vertical de frezat	10	12	14	16
19	Montarea mesei rotunde	6	7	7	8
20	Montarea dispozitivului de copiat	7	8	9	10
21	Rotirea păpuşii axului principal	2	2	2	3
22	Rotirea mesei la un unghi dat	1	1	1	2
23	Montarea unui opritor şi a cricului	2	2,5	3	4

Observaţie. În cazul montării unui complet de freze, format pe dorn, timpul se ia după poziţia 11, indiferent de numărul frezelor.

Tabelul 8.2. **Timpul de pregătire-încheiere $T_{pî}$, min., la prelucrările pe maşini de frezat longitudinal (portal)**

A — Pentru reglarea maşinii, a sculelor şi dispozitivelor

Poz.	Modul de aşezare şi fixare a piesei	Numărul frezelor fixate [1]	Lungimea mesei, mm		
			≤1600	1601—3000	>3000
1	Pe masă, cu fixarea prin şuruburi cu plăci, în menghină sau în dispozitiv aşezat manual [2]	—	18	21	24
2		1—2	21	24	27
3		3—4	24	27	30
4		>4	27	30	33
5	În dispozitiv, aşezare cu dispozitiv de ridicare	—	21	24	27
6		1—2	24	27	30
7		3—4	27	30	33
8		>4	30	33	36
9	Primirea şi predarea documentelor, comenzii cu indicaţiile necesare, a sculelor, dispozitivelor şi aparatelor de măsură		10	11	12

B — Pentru acţiuni suplimentare

10	Introducerea sub un unghi a capului frezei	2	3	4

Observaţii. [1] În cazul montării unui număr mai mare de freze pe dorn, timpul se determină după poziţiile 2 sau 6. [2] Timpul este dat pentru fixarea dispozitivului cu 4 şuruburi; pentru fiecare şurub în plus se va adăuga la timpul din tabel 0,6 min.

Tabelul 8.4. **Timpul de pregătire-încheiere $T_{pî}$, min., la maşini de frezat şi de copiat**

Poz.	Modul de aşezare şi fixare a piesei	Lungimea mesei pînă la 1500 mm
1	Pe masă, cu fixarea prin şuruburi cu plăci, în menghină sau în dispozitiv montat manual [1]	24
2	În dispozitiv montat cu ajutorul unui dispozitiv de ridicat [2], între vîrfuri cu cap divizor	28
3	Primirea şi predarea documentelor, comenzii cu indicaţiile necesare, a sculelor, dispozitivelor şi aparatelor de măsură	11

Observaţii. [1] Timpul este dat ţinînd seama de montarea şi demontarea frezei şi dispozitivului de copiat. [2] Timpul este dat pentru fixarea dispozitivului cu patru şuruburi; pentru fiecare două şuruburi în plus se adaugă cîte 1,3 minute.

Tabelul 8.3. **Timpul de pregătire-încheiere, $T_{pî}$, min, la mașini orizontale de alezat și frezat**

A — Pentru reglarea mașinii, a sculelor și dispozitivelor

Poz.	Modul de așezare și fixare a piesei		Numărul sculelor montate	Diametrul axului, mm:		
				<85	85–110	>110
1	Pe masă cu fixare prin șuruburi și bride		1– 3	12	13	15
2			4– 6	14	15	17
3			7–10	16	17	19
4			11–15	18	19	21
5			16–20	21	22	24
6			21–30	25	26	28
7	În dispozitiv de ghidare, colțar, dispozitiv de centrare, cînd acestea se montează: [1]	Manual	1– 3	14	15	17
8			4– 6	16	17	19
9			7–10	18	19	21
10			11–15	20	21	23
11			16–20	23	24	26
12			21–30	27	28	30
13		Cu dispozitiv de ridicare	1– 3	17	18	20
14			4– 6	19	20	22
15			7–10	21	22	24
16			11–15	23	24	27
17			16–20	26	27	29
18			21–30	30	31	33
19	Primirea și predarea documentelor, comenzii cu indicațiile necesare, a sculelor, dispozitivelor și aparatelor de măsură			10	11	12

B — Pentru acțiuni suplimentare

20	Întoarcerea mesei sub un unghi prin transmisie elicoidală cu fixare și desfacere	1,5	1,8	2
21	Montarea și scoaterea suportului demontabil	3	4	5
22	Montarea portcuțitului pe platou	4	5	6
23	Montarea cuțitului în prelungitor	0,7	0,8	0,9
24	Montarea unui opritor	2	3	4

Observație. [1] Timpul este dat pentru fixarea dispozitivului cu 4 șuruburi; pentru fiecare 2 șuruburi în plus se vor adăuga cîte 1...3 min.

regimului de aşchiere (avansul de lucru şi turaţia piesei sau în locul acestora viteza de avans), fie cu ajutorul unor normative stabilite pe baza relaţiei de calcul, fie cu ajutorul nomogramelor.

În tabelele 8.5 şi 8.6 se prezintă relaţiile de calcul ale timpului de bază pentru prelucrarea suprafeţelor plane cu ajutorul frezelor cilindro-elicoidale

Tabelul 8.5. **Calculul timpului de bază la frezarea suprafeţelor plane cu freze cilindro-elicoidale**

$$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i$$

$l_1 = \sqrt{t(D-t)} + (0{,}5\ldots3)$ mm (v. fig. 8.5, *a*) $\qquad$ $l_2 = (2\ldots5)$ mm (v. fig. 8.5, *b*)

Diametrul frezei mm	Adîncimea de aşchiere t, mm									Distanţa l_2 mm
	2,5	3,25	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16	
	Distanţa l_1, mm									
40	9,7	10,7	12,0	13,0	14,6	16,0	17,3	18,5	19,6	2
50	10,9	12,1	13,6	15,0	16,6	18,3	20,0	21,6	23,3	
60	12,0	13,4	15,0	16,6	18,4	20,4	22,3	24,4	26,5	3
63	12,3	13,8	15,4	17,0	18,9	21,0	23,0	25,1	27,4	
75	13,4	15,0	17,0	18,7	20,8	23,2	25,5	27,9	30,7	
80	13,9	15,6	17,4	19,4	21,5	24,0	26,4	29,0	32,0	4
90	14,8	16,6	18,6	20,6	23,0	25,6	28,3	31,1	34,4	
100	15,6	17,5	19,6	21,8	24,3	27,1	30,0	33,0	36,6	
110	16,3	18,3	20,6	22,9	25,5	28,6	31,6	34,9	39,0	
125	17,5	19,6	22,0	24,5	27,3	30,6	34,0	37,5	41,8	5
130	17,8	20,0	22,5	25,0	27,9	31,3	34,6	38,3	42,7	

Observaţie. La valoarea l_1 găsită în tabel trebuie să se adauge (0,5...3) mm pentru a se asigura accesul liber al frezei la suprafaţa de prelucrat.

şi cilindro-frontale. Sînt calculate pentru fiecare caz în parte şi lungimile de pătrundere a frezei.

În tabelul 8.7 se prezintă relaţiile de calcul pentru timpul de bază şi pentru lungimile de pătrundere în cazul prelucrării pragurilor şi umerilor cu ajutorul frezelor-disc cu trei tăişuri. Se dau sub formă tabelară şi lungimile de pătrundere a sculei calculate cu relaţia prezentată în tabel.

În tabelul 8.8 se prezintă relaţiile de calcul ale timpului de bază şi lungimilor de pătrundere în cazul prelucrării pragurilor şi umerilor cu ajutorul frezelor cilindrice cu coadă, sau a frezelor cilindro-frontale cu coadă. Se dau, de asemenea, valorile calculate pentru lungimea de pătrundere sub formă tabelară.

În tabelele 8.9 şi 8.10 se prezintă relaţiile de calcul pentru timpul de bază şi lungimile de pătrundere (l_1) la prelucrarea canalelor cu freze cilindro-frontale cu coadă, freze pentru canale T şi freze biunghiulare conice şi, respectiv, cu ajutorul frezelor disc pentru canale, frezelor semirotunde convexe sau frezelor unghiulare biconice. Se dau şi tabele cu valori calculate pentru lungimea de pătrundere.

În tabelul 8.11 sînt prezentate relaţiile de calcul al timpului de bază şi lungimilor de pătrundere la prelucrarea canalelor de pană cu ajutorul

Tabelul 8.6. **Calculul timpului de bază la frezarea suprafeţelor plane cu freze cilindro-frontale**

$$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \quad i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} \quad i; \qquad \frac{l_1 = 0{,}5\,(D - \sqrt{D^2 - B^2}) + (0{,}5 \ldots 3)\text{mm}}{l_2 = (1 \ldots 6)\text{ mm}}$$

D, mm	Lăţimea suprafeţei de frezat (cazul din fig. *a*), B, mm																				l_2 mm
	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	300	350	400	450	500	
	Distanţa de pătrundere, l_1, mm																					
40	1,5	2,7	4,4	6,8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
50	1,2	2,1	3,4	5,0	10	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0
63	1,0	1,7	2,8	4,0	7,5	13,4	30,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	—	1,4	2,2	3,3	5,8	9,5	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	—	1,2	2,1	3,2	5,4	8,8	13,5	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
90	—	1,0	1,8	3,0	4,5	7,5	11,5	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
100	—	—	1,7	2,6	4,2	6,8	10,0	20,0	50,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
110	—	—	1,5	2,0	4,0	6,0	9,0	17,0	32,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
125	—	—	1,3	1,7	3,4	5,3	7,8	14,5	25,0	45,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
130	—	—	1,1	1,7	3,2	5,0	7,3	13,5	23,5	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
160	—	—	—	1,4	2,5	4,0	5,9	10,7	17,5	27,0	41,0	80,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
200	—	—	—	1,2	2,0	3,0	4,8	8,2	13,2	20,0	28,5	40,0	56,0	100	—	—	—	—	—	—	—	4
250	—	—	—	—	1,7	2,5	3,5	6,5	10,5	15,5	21,5	29,0	38,0	50,0	70,5	120	—	—	—	—	—	
300	—	—	—	—	—	—	—	5,5	8,5	12,5	17,5	23,0	30,0	33,0	52,0	57,0	150	—	—	—	—	5
400	—	—	—	—	—	—	—	—	6,9	9,0	12,5	16,0	21,0	27,0	35,0	44,0	67,5	104	200	—	—	
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21,0	27,0	34,0	50,0	71,0	100	149	250	6
630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,0	22,0	23,0	38,0	56,0	77,0	102	134	

Tabelul 8.6 (continuare)

$$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i; \quad \frac{l_1 = \sqrt{B(D-B)} + (0,5\ldots3) \text{ mm}}{l_2 = (1\ldots4) \text{ mm}}$$

D, mm	Lățimea suprafeței de frezat (cazul din fig. *b*), B, mm																					l_2, mm
	10	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	
	Distanța de pătrundere, l_1, mm																						
40	19,4	20,0	19,4	17,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
50	22,9	24,5	25,0	24,5	22,9	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
63	26,8	29,3	30,4	31,4	31,3	30,3	28,4	25,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	—	33,2	35,4	36,7	37,5	37,4	36,7	35,4	30,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	—	34,6	37,0	38,7	39,8	40,0	39,8	38,7	34,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
90	—	—	39,6	42,5	44,0	44,7	45,0	44,7	42,5	37,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	—	—	43,3	45,8	47,8	49,0	49,8	50,0	49,0	45,8	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
110	—	—	—	49,0	51,2	53,0	54,0	54,7	54,7	53,0	49,0	42,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
125	—	—	—	53,4	56,1	58,3	60,0	61,2	62,5	62,0	60,0	56,1	50,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
130	—	—	—	—	57,6	60,0	62,0	63,4	64,7	64,7	63,4	60,0	54,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
160	—	—	—	—	—	69,3	72,0	74,1	77,5	79,4	80,0	79,4	77,5	69,3	—	—	—	—	—	—	—	—	
200	—	—	—	—	—	—	—	67,6	91,6	95,5	98,0	99,5	100	98,0	91,6	80,0	—	—	—	—	—	—	
250	—	—	—	—		—	—	—	85,7	11,2	117	120	123	125	124	120	112	100	—	—	—	—	4
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133	138	142	147	150	147	142	112	—	—	—	—	
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	173	184	191	196	200	200	194	173	—	—	
500	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	214	227	234	240	245	250	245	229	200	
630	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	274	285	294	308	315	314	304	

Observație. La valoarea l_1 găsită în tabel trebuie să se adauge (0,5...3) mm, pentru a se asigura accesul liber al frezei la suprafața de prelucrat.

Tabelul 8.7. **Calculul timpului de bază la frezarea pragurilor şi umerilor cu freze disc**

$$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i \qquad l_2 = (1...4)\ \text{mm}$$

a). $l_1 = \sqrt{t_1(D - t_1)} + (0{,}5...3)$ mm (v. fig. 8, 5*a*) b). $l_1 = \sqrt{t_1(D - t_1 - 2b)} + (0{,}5...3)$mm (v. fig. 8.5, *b*)

D, mm	Lăţimea suprafeţei de frezat $B = t_1$, mm																			l_2, mm
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	250	
	Dist anţa de pătrundere, l_1, mm																				
50	20	22,9	24,5	25,0	24,5	22,9	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
60	—	26,6	28,3	29,6	30,0	29,6	28,3	26,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
63	—	26,8	29,3	30,4	31,4	31,3	30,3	28,4	25,5	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	—	—	33,2	35,4	36,7	37,5	37,4	36,7	35,4	30,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	—	—	34,6	37,0	38,7	39,8	40,0	39,8	38,7	34,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
90	—	—	—	39,6	42,5	44,0	44,7	45,0	44,7	42,5	37,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	—	—	—	43,3	45,8	47,8	49,0	49,8	50,0	49,0	45,8	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	3
110	—	—		—	49,0	51,2	53,0	54,0	54,7	54,7	53,0	49,0	42,4	—	—	—	—	—	—	—	
125	—	—	—	—	53,4	56,1	58,3	60,0	61,2	62,5	62,0	60,0	56,1	50,0	—	—	—	—	—	—	
160	—	—	—	—	—	—	69,3	71,9	74,1	77,5	79,4	80,0	79,4	77,5	69,3	—	—	—	—	—	
180	—	—	—	—	—	—	74,8	78,0	80,6	84,8	86,7	89,4	90,0	89,4	84,4	74,8	—	—	—	—	
200	—	—	—		—	—	—	—	87,6	91,6	95,5	98,0	99,5	100	98,0	91,6	80,0	—	—	—	
224	—	—	—	—	—	—	—	—	93,3	99,0	104	107	110	111	112	108	102	89	—	—	4
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107	112	117	120	123	125	124	120	112	100	—	
315	—	—	—	—	—	—	—		—	124	131	137	142	147	153	157	158	156	152	128	

Tabelul 8.8. **Calculul timpului de bază la frezarea pragurilor și umerilor cu freze cilindro-frontale cu coadă**

$$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i$$

a). $l_1 = \sqrt{t_l(D - t_l)} + (0{,}5 \ldots 3)$ mm (v. fig. 8.4, *a*) *b*) $l_2 = (0{,}5 \ldots 2)$ mm (v. fig. 8.4, *b*)

D, mm	Lungimea de contact t_l, mm																l_2, mm
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25	30	35	40	
	Distanța de pătrundere, l_1, mm																
3	1,1	1,4	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
4	1,3	1,7	2,0	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	1,7	2,2	2,8	3,0	2,8	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	1,9	2,6	3,5	3,9	4,0	3,9	3,5	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	2,2	3,0	4,0	4,6	4,9	5,0	4,9	4,6	4,0	—	—	—	—	—	—	—	
12	2,4	3,4	4,5	5,2	5,7	5,9	6,0	5,9	5,7	4,5	—	—	—	—	—	—	1,0
14	2,6	3,6	4,9	5,8	6,3	6,7	6,9	7,0	6,9	6,3	—	—	—	—	—	—	
16	2,8	3,9	5,3	6,3	6,9	7,4	7,8	7,9	8,0	7,8	—	—	—	—	—	—	
18	3,0	4,1	5,7	6,7	7,5	8,1	8,5	8,8	8,9	8,9	6,7	—	—	—	—	—	
20	3,1	4,4	6,0	7,2	8,0	8,7	9,2	9,5	9,8	10,0	8,7	—	—	—	—	—	
22	3,3	4,6	6,3	7,5	8,5	9,2	9,8	10,5	10,6	11,0	10,5	6,3	—	—	—	—	
24	3,4	4,8	6,6	7,9	8,9	9,7	10,4	10,9	11,3	11,8	11,6	8,9	—	—	—	—	1,5
25	3,5	4,9	6,8	8,2	9,2	10,0	10,7	11,2	11,7	12,3	12,3	10,0	—	—	—	—	
28	3,7	5,2	7,2	8,7	9,8	10,7	11,5	12,1	12,7	13,4	14,0	12,7	8,7	—	—	—	
32	4,0	5,6	7,8	9,3	10,6	11,6	12,5	13,2	13,9	14,8	16,0	15,5	13,2	—	—	—	
36	4,2	6,1	8,3	10,0	11,3	12,5	13,4	14,3	15,0	16,1	17,8	17,9	15,3	13,4	—	—	—
40	4,5	6,3	8,7	10,5	12,0	13,2	14,3	15,0	16,0	17,3	19,4	20,0	19,4	17,3	13,2	—	2,0
42	4,6	6,4	8,9	10,8	12,3	13,6	14,7	15,7	16,5	17,9	20,1	21,0	20,6	19,0	15,7	—	
45	4,8	6,7	9,3	11,3	12,9	14,0	15,3	16,3	17,2	18,7	21,2	22,4	22,4	21,2	18,7	14,2	
50	5,0	7,0	9,8	11,8	13,6	15,0	16,3	17,3	18,3	20,0	23,0	25,0	24,5	23,0	23,0	20,0	

Tabelul 8.9. **Calculul timpului de bază la frezarea canalelor cu freze-disc, freze pentru canale T**

$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i$ (v. fig. 8.10, *a* și *b* și fig. 8.11); $l_1 = 0{,}5D + (0{,}5 \ldots 3)$ mm; $l_2 = (0{,}5 \ldots 2)$ mm

Diametrul freze, D, mm / Distanțele	Diametrul frezei D, mm																					
	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	28	32	36	40	42	45	50
l_1, mm	3	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	23	24	27
l_2, mm	0,5				1,0						1,5					2,0					

Tabelul 8.10. **Timpul de bază la frezarea canalelor cu freză disc, semirotundă convexă, unghiulară biconică**

$$t_b = [L/(s_z \cdot z \cdot n)]\, i = [(l + l_1 + l_2)/(s_z \cdot z \cdot n)]\, i$$

$$l_1 = \sqrt{t_l(D + t_l)} + (0{,}5 \ldots 3) \text{ mm}$$ – în relație se introduce D sau D_{maxim}

$l_2 = (2 \ldots 5)$ mm

Distanța de pătrundere l_1 și de depășire l_2 (v. fig. 8.12 și fig. 8.13, *a* și *b*)

D, mm	Lungimea de contact t_l, mm															l_2, mm
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	20	25	30	
	Distanța l_1, mm															
32	4,0	5,6	7,8	9,3	10,6	11,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0
35	4,2	5,9	8,0	9,8	11,2	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
40	4,5	6,3	8,7	10,5	12,0	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45	4,8	6,7	9,3	11,3	12,9	14,0	15,3	—	—	—	—	—	—	—	—	
50	5,0	7,0	9,8	11,8	13,6	15,0	16,3	17,3	18,3	20,0	—	—	—	—	—	
55	5,2	7,4	10,3	12,5	14,3	15,8	17,1	18,3	19,4	21,2	—	—	—	—	—	
60	5,5	7,7	10,8	13,0	15,0	16,6	18,0	19,0	20,4	22,3	24,0	—	—	—	—	2,5
63	5,6	7,9	11,1	13,4	15,4	17,0	18,5	19,8	21,0	23,0	24,8	—	—	—	—	
65	5,7	8,0	11,2	13,6	15,6	17,3	18,8	20,2	21,4	23,4	25,4	—	—	—	—	
75	6,1	8,6	12,0	14,7	17,0	18,7	20,4	21,8	23,2	25,5	27,5	30,0	—	—	—	
80	6,3	8,9	12,5	15,2	17,4	19,4	21,1	22,6	24,0	26,4	28,6	31,2	—		—	
85	6,5	9,2	12,9	15,7	18,0	20,0	21,8	23,5	24,8	27,4	29,6	32,4	—	—	—	
90	6,7	9,4	13,3	16,2	18,6	20,6	22,5	24,0	25,6	28,3	30,6	33,5	37,4	—	—	3,0
95	6,9	9,7	13,7	16,6	19,1	21,2	23,1	25,2	26,4	29,2	31,6	34,6	38,7	—	—	
100	7,1	10,0	14,0	17,1	19,6	21,8	23,8	25,6	27,2	30,0	32,5	35,7	40,0	—	—	
105	7,2	10,2	14,4	17,5	20,1	22,4	24,4	26,2	27,9	30,8	33,4	37,2	41,2	—	—	
110	7,4	10,5	14,7	17,9	20,6	22,9	25,0	26,9	28,6	31,6	34,2	37,8	42,4	46,0	—	
125	7,9	11,1	15,6	19,2	22,0	24,5	26,7	28,8	30,6	34,0	36,8	40,6	45,8	50,0	—	
130	8,1	11,4	16,0	19,5	22,5	25,0	27,3	29,4	31,3	34,6	37,7	41,6	47,0	51,0	55,0	
150	8,6	12,2	17,2	21,0	24,2	26,9	29,4	31,6	33,7	37,4	40,7	45,0	51,0	55,0	60,0	4,0
160	8,9	12,6	17,8	21,7	25,0	27,8	30,4	32,7	34,8	38,8	42,1	46,6	53,0	58,1	62,5	
175	9,3	13,2	18,6	22,7	26,2	29,2	31,8	34,2	36,5	40,6	44,4	49,0	55,6	61,2	66,0	
180	9,5	13,4	18,9	23,1	26,6	29,6	32,3	34,8	37,1	41,3	44,8	49,7	56,5	62,2	67,0	
200	10,0	14,1	19,9	24,3	28,0	31,2	34,2	36,8	39,2	43,6	44,7	52,6	60,0	66,0	71,5	
225	10,7	15,0	21,2	25,8	29,8	33,2	36,3	39,2	41,6	46,3	50,5	56,0	64,0	70,6	76,5	
250	11,2	15,7	22,2	27,3	31,4	35,0	38,2	41,3	44,0	49,0	51,2	59,5	67,8	75,0	81,2	5,0
275	11,7	16,6	23,4	28,6	33,0	36,8	40,1	43,3	46,2	51,4	56,2	62,5	71,4	79,0	86,6	
300	12,2	17,3	24,4	29,8	34,5	38,4	42,0	45,5	48,2	54,0	58,7	65,4	75,0	82,8	90,0	

Tabelul 8. 11. **Calculul timpului de bază la frezarea canalelor de pană**

(v. fig. 8.6. *a*)		(v. fig. 8.6 *b*)	(v. fig. 8.6 *c*)		(v. fig. 8.6 *d*)	(v.fig. 8.7, *a*)	(v. fig. 8.7, *b*)	(v. fig. 8.8)
$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \; i = \frac{l + l_1 + l_2}{v_{a\ long}}$		$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \; i = \frac{t + (0{,}5 \ldots 1)}{v_{a\ vert.}} + \frac{t - d}{v_{a\ long}}$	$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \; i = \frac{l + l_1 + l_2}{v_{a\ long}} \cdot \frac{t}{h_f}$			$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \; i = \frac{l + l_1 + l_2}{v_{a\ long}}$		$t_b = \frac{L}{s_z \cdot z \cdot n} \; i = \frac{l + l_1 + l_2}{v_{a\ vert}}$
$l_1 = 0{,}5\,D + (0{,}5 \ldots 1)$		$l_1 = 0{,}5 \ldots 1$ mm	$l_1 = 0{,}5D + 0{,}5 \ldots 1$mm	$l_1 = 0{,}5 \ldots 1$mm		$l_1 = \sqrt{t_l(D - t_l)} + (0{,}5 \ldots 2)$mm		$l_1 = 0{,}5 \ldots 1$mm
$l_2 = 1 \ldots 2$ mm	$l_2 = 0$	$l_2 = 0$	$l_2 = 1 \ldots 2$mm	$l_2 = 0$	$l_2 = 0$	$l_2 = 1 \ldots 3$mm	$l_2 = 0$	$l_2 = 0$

Distanțe de pătrundere și depășire la frezarea cu freze disc

D, mm	Lungimea de contact t_l, mm												l_2, mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	20	
	Distanța de pătrundere l_1, mm												
50	7,0	9,8	11,0	13,6	15,0	—	—	—	—	—	—	—	1,0
63	7,9	11,1	13,4	15,4	17,0	18,5	19,8	21,0	—	—	—	—	
75	8,6	12,0	14,6	17,0	18,7	20,4	21,8	23,2	25,5	—	—	—	
80	8,9	12,5	15,2	17,4	19,4	21,1	22,6	24,0	26,4	—	—	—	
90	9,4	13,3	16,2	18,6	20,6	22,5	24,0	25,6	28,3	—	—	—	1,5
100	—	14,0	17,1	19,6	21,8	23,8	25,6	27,2	30,0	32,5	—	—	
110	—	14,7	17,9	20,6	22,9	25,0	26,9	28,6	31,6	34,2	—	—	
125	—	15,7	19,2	22,0	24,5	26,7	28,8	30,6	34,0	36,8	—	—	
130	—	16,0	19,5	22,5	25,0	27,3	29,4	31,3	34,6	37,7	—	—	
150	—	17,2	21,0	24,2	26,9	29,4	31,6	33,7	37,4	40,7	46,0	—	2,0
160	—	17,8	21,7	25,0	27,8	30,4	32,7	34,8	38,8	42,1	46,6	—	
175	—	18,5	22,8	25,9	28,9	31,8	34,2	36,5	40,6	44,0	49,0	—	
180	—	18,9	23,1	26,6	29,6	32,3	34,8	37,1	41,3	44,8	49,7	—	
200	—	19,9	24,3	28,0	31,2	34,2	36,8	39,2	43,6	47,7	52,6	—	
225	—	21,2	25,8	29,8	33,2	36,3	39,2	41,6	46,3	50,5	56,0	—	2,5
250	—	—	27,3	31,4	35,0	38,2	41,3	44,0	49,0	51,2	59,5	—	
275	—	—	28,6	33,0	36,8	40,1	43,3	46,2	51,4	56,2	62,5	71,4	3,0
300	—	—	29,8	34,5	38,4	42,0	45,5	48,2	54,0	58,7	65,4	75,0	
315	—	—	30,6	35,3	39,4	43,0	46,4	49,5	55,2	60,2	67,0	76,8	

frezelor pentru canelat cu coadă, a frezelor disc pentru canale, a frezelor cu coadă pentru canalele penelor disc. Se dau și tabele cu valori calculate pentru lungimea de pătrundere l_1.

8.2.3. Elemente ale regimului de așchiere

În relațiile de calcul ale timpului de bază intervin avansul pe dinte, s_z, numărul de dinți ai frezei, z și numărul de rotații pe minut a frezei n.

Determinarea regimului optim de așchiere la frezare constă în stabilirea celei mai avantajoase combinări a valorilor adîncimii de așchiere, avansului și vitezei de așchiere, care să asigure un timp minim de execuție a operației de frezare ; toate acestea prin utilizarea optimă a proprietăților aşchietoare a frezelor și a posibilităților de exploatare a mașinilor-unelte.

O deosebită atenție trebuie acordată definirii corecte a noțiunilor de adîncime de așchiere și lungime de contact, noțiuni care intervin în calculul vitezei de așchiere și a lungimilor de pătrundere (l_1), în calculul timpului de bază.

În conformitate cu STAS 6599-71, *adîncimea de așchiere* t este lungimea tăișului principal aflat în contact cu piesa de prelucrat, măsurată perpendicular pe planul de lucru. Termenul de adîncime de așchiere definit in acest fel se referă la frezarea frontală. În cazul operației de frezare cilindrică definiția dată pentru adîncimea de așchiere t corespunde lățimii de așchiere.

Lungimea de contact t_l este mărimea liniei de contact dintre tăișul sculei și piesa de prelucrat, raportată la o rotație, măsurată în planul de lucru, perpendicular pe direcția de avans.

Aceste mărimi sînt menționate în fig. 8.1. . . .8.13.

Avansul. La frezarea de degroșare se alege avansul pe dinte, s_z, în mm/dinte, iar la frezarea de finisare se va lua s, în mm/rotație, astfel :

$$s = s_z \cdot z \ [\text{mm/rot}], \tag{8.2}$$

z fiind numărul de dinți ai frezei.

În tabelele 8.12 și 8.13 se dă avansul la frezarea de degroșare cu freze cilindrice elicoidale, în mm/dinte, iar în tabelele 8.14 și 8.15 se dau avansurile la frezarea de finisare cu freze cilindrice elicoidale, în mm/rotație.

În tabelul 8.16 se dau avansurile la frezarea de degroșare cu freze cilindro-frontale și freze-disc iar în tabelul 8.17 se dau avansurile la frezarea de finisare cu aceleași freze. În ambele cazuri frezele sînt din oțel rapid.

În tabelul 8.18 sînt date avansurile pentru frezarea de finisare cu freze cilindro-frontale prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice. În cazul frezării de degroșare cu freze cilindro-frontale și freze-disc prevăzute cu plăcuțe dure, avansul se va lua din tabelul 8.13. La frezarea cu freze disc din oțel rapid, avansul se stabilește din tabelele 8.16 și 8.17.

Pentru frezarea de degroșare și de finisare cu freze-disc prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice, avansul se alege din tabelul 8.13, micșorîndu-se valorile de două ori.

Tabelul 8.12. **Avansuri la frezarea de degroşare cu freze cilindrice elicoidale din oţel rapid**

Puterea maşinii-unelte, kW	Rigiditatea sistemului piesă-dispozitiv	Freze cu dinţi rari şi freze cu dinţi demontabili din oţel rapid		Freze monobloc cu dinţi deşi	
		Avansuri pe dinte s_z, mm/dinte			
		Frezarea oţelului	Frezarea fontei şi aliajelor de cupru	Frezarea oţelului	Frezarea fontei şi aliajelor de cupru
5	Medie	0,10—0,15	0,12—0,20	0,05—0,08	0,06—0,12
	Mică	0,06—0,10	0,10—0,15	0,03—0,06	0,05—0,10
5—10	Mare	0,20—0,30	0,25—0,40	0,10—0,15	0,12—0,20
	Medie	0,12—0,20	0,20—0,30	0,06—0,10	0,80—0,15
	Mică	0,10—0,15	0,12—0,20	0,06—0,08	0,08—0,12
>10	Mare	0,40—0,60	0,60—0,80	—	—
	Medie	0,30—0,40	0,40—0,60	—	—
	Mică	0,20—0,30	0,25—0,40	—	—

Observaţii. 1) Valorile mai mari ale avansului se vor lua pentru lungimi de contact şi lăţimi de aşchiere mai mici. 2) La frezarea oţelurilor termorezistente avansurile se vor lua din coloana „frezarea oţelului'' fără să depăşească 0,3 mm/dinte.

Tabelul 8.13. **Avansuri la frezarea de degroşare cu freze cilindrice elicoidale cu plăcuţe din carburi metalice**

Puterea maşinii-unelte, kW	Frezarea oţelului cu $\sigma_r \leqslant 60$ daN/mm²		Frezarea oţelului cu $\sigma_r > 60$ daN/mm²		Frezarea fontei cu $HB < 190$		Frezarea fontei cu $HB > 190$	
	Avansul pe dinte, sz, mm/dinte							
	T15K6	T5K10	T15K6	T5K10	VK6	VK8	VK6	VK8
5—10	0,12—0,15	0,15—0,18	0,09—0,11	0,12—0,14	0,19—0,24	0,24—0,29	0,14—0,18	0,20—0,24
>10	0,14—0,18	0,20—0,24	0,12—0,15	0,16—0,20	0,22—0,28	0,32—0,38	0,18—0,24	0,25—0,32

Observaţii. 1) Valorile avansului din tabel sînt recomandate pentru lăţimi de aşchiere $t \leqslant 430$ mm; în cazul $t > 30$ mm valorile din tabel se înmulţesc cu 0,7. La frezarea oţelului nu se recomandă utilizarea avansurilor sub 0,15 mm/dinte decît în cazul rigidităţii insuficiente a sistemului tehnologic. 2) Avansurile din tabel se pot folosi şi la frezarea canalelor cu freze-disc, micşorînd valorile de două ori. Avansurile din tabel se pot folosi şi la frezarea cu freze frontale, cu aşezarea simetrică a frezei, conform fig. 8.3, a. 3) La frezarea cu freze cilindrice şi freze disc, cu avansurile din tabel se asigură $R_a = 3{,}2 \ldots 1{,}6$ μm.

Tabelul 8.14. **Avansuri la frezarea de finisare cu freze cilindrice elicoidale din oţel rapid**

Rugozitatea suprafeţei Ra, μm	Materialul prelucrat	Diametrul frezei D, mm						
		40	63	80	100	125	160	200
		Avansul pe rotaţie s, mm/rotaţie						
6,3	Oţel	1,0—1,8	1,3—2,3	1,5—2,7	1,7—3,0	2,1—3,8	2,3—4,1	2,8—5,0
	Fontă şi aliaje de cupru	1,0—1,6	1,2—2,0	1,3—2,3	1,4—2,5	1,7—3,0	1,9—3,2	2,1—3,7
3,2	Oţel	0,6—1,0	0,7—1,3	0,8—1,5	1,0—1,7	1,2—2,1	1,3—2,3	1,6—2,8
	Fontă şi aliaje de cupru	0,6—1,0	0,7—1,2	0,7—1,3	0,8—1,4	1,0—1,7	1,1—1,9	1,2—2,1

Tabelul 8.15. **Avansuri la frezarea de finisare a aliajelor de aluminiu cu freze cilindrice elicoidale din oţel rapid**

Felul aliajului de prelucrat	Tratamentul termic aplicat	Rugozitatea suprafeţei R_a, μm	Diametrul frezei D, mm				
			40	50	63	80	100
			Avansul pe rotaţie, s, mm				
Frezare cu răcire							
A14 (aliaj Al—Si—Mg) D1 (aliaj deformabil Al—Cu—Mg)	Călire şi îmbătrînire	6,3	1,75	2,0	2,30	3,10	3,35
		3,2	1,00	1,15	1,30	1,75	1,90
		1,6	0,45	0,55	0,60	0,80	0,90
Frezare fără răcire							
A14 (aliaj Al—Si—Mg) D1 (aliaj deformabil Al—Cu—Mg)	Călire şi îmbătrînire	6,3	1,60	1,85	2,10	2,85	3,10
		3,2	0,85	1,00	1,15	1,55	1,70
		1,6	0,40	0,45	0,50	0,70	0,75

Tabelul 8.16. **Avansuri la frezarea de degroşare cu freze cilindro-frontale şi freze disc din oţel rapid**

Puterea maşinii-unelte, kW	Rigiditatea sistemului piesă-dispozitiv	Freze cu dinţi rari şi freze cu dinţi demontabili din oţel rapid		Freze monobloc cu dinţi deşi	
		Avansul pe dinte s_z, mm/dinte			
		Frezarea oţelului	Frezarea fontei şi aliajelor de cupru	Frezarea oţelului	Frezarea fontei şi aliajelor de cupru
5	Medie	0,04—0,06	0,15—0,30	0,04—0,06	0,12—0,20
	Mică	0,04—0,06	0,10—0,20	0,04—0,06	0,08—0,15
5—10	Mare	0,12—0,20	0,30—0,50	0,08—0,12	0,20—0,35
	Medie	0,08—0,15	0,20—0,40	0,06—0,10	0,15—0,30
	Mică	0,06—0,10	0,15—0,25	0,04—0,08	0,10—0,20
>10	Mare	0,20—0,30	0,40—0,60	—	—
	Medie	0,15—0,25	0,30—0,50	—	—
	Mică	0,10—0,15	0,20—0,30	—	—

Observaţii. 1) Valorile mai mari ale avansului se vor lua pentru adîncimi de aşchiere şi lungimi de contact mai mici, iar valorile mai mici ale avansului pentru adîncimi de aşchiere şi lungimi de contact mai mari. 2) La frezarea oţelurilor termorezistente avansurile se vor lua din coloana „frezare oţel", fără să depăşească 0,3 mm/dinte.

Tabelul 8.17. **Avansuri la frezarea de finisare cu freze cilindro-frontale şi freze disc din oţel rapid**

Rugozitatea suprafeţei R_a, μm	Tipul frezei	Avansul pe rotaţie s, mm/rotaţie, pentru materialul:			
		OLC laminat 40C10 laminat sau normalizat	OLC 35	OLC 45 îmbunătăţit	OLC 10 OLC 20 15CO7
12,5	Frontală	1,20—2,70	1,40—3,10	2,60—5,60	1,80—3,90
6,3	Frontală şi disc	0,50—1,20	0,50—1,40	1,00—2,60	0,70—1,80
3,2	Frontală şi disc	0,23—0,50	0,30—0,50	0,40—1,00	0,30—0,70

Observaţie. Valorile din tabel sînt recomandate pentru cazul cînd sistemul tehnologic este rigid şi pentru unghiul de atac secundar al frezei $\varkappa_s = 2°$.

Tabelul 8.18. **Avansuri la frezarea de finisare cu freze cilindro-frontale cu plăcuţe din carburi metalice**

Rugozitatea suprafeţei R_a, μm	Oţel cu $\sigma_r \leqslant 70$ daN/mm²	Oţel cu $\sigma_r > 70$ daN/mm²
	Avansul pe rotaţie s, mm/rot	
6,3	0,50—0,80	0,70—1,00
3,2	0,40—0,55	0,45—0,60
1,6	0,20—0,25	0,20—0,30
0,8	0,15	0,15—0,20

Observaţie. Valorile din tabel sînt valabile în cazul respectării bătăii frontale a frezei de maxim 0,02 mm şi pentru unghiul de atac secundar $\varkappa_s = 5°$; dacă $\varkappa_s = 2°$, avansul poate fi mărit de 2 ori.

Avansul în cazul frezării cu freze cilindro-frontale, cu coadă, din oţel rapid, se alege din tabelul 8.19, iar în tabelul 8.20 se dă avansul pentru aceleaşi freze cu plăcuţe din carburi metalice.

Tabelul 8.19. **Avansuri la frezarea de degroşare a suprafeţelor plane cu freze cilindro-frontale cu coada din oţel rapid**

Elementele frezei		Materialul de prelucrat					
		Oţel			Fontă şi aliaje de cupru		
Diametrul D, mm	Numărul de dinţi z	Avansul pe dinte s_z, mm/dinte, pentru lungimea de contact t_l, mm					
		<3	3—5	5—8	<3	3—5	5—8
16	4	0,05—0,08	—	—	0,10—0,12	—	—
20	5	0,06—0,10	0,04—0,07	—	0,12—0,15	0,07—0,10	—
25	5	0,07—0,12	0,05—0,09	—	0,14—0,18	0,08—0,12	—
32	6	0,10—0,16	0,07—0,12	—	0,14—0,22	0,10—0,15	—
40	6	0,12—0,20	0,08—0,14	0,05—0,08	0,16—0,25	0,12—0,18	0,08—0,12
50	6	0,15—0,25	0,10—0,15	0,07—0,10	0,16—0,30	0,12—0,20	0,10—0,15

Tabelul 8.20. **Avansuri la frezarea de degroşare a suprafeţelor plane cu freze cilindro-frontale cu coadă, cu plăcuţe din carburi metalice**

Tipul frezei	Diametrul frezei D, mm	Avansurl pe dinte s_z, mm/dinte, pentru lungimea t_l, mm			
		<3	3—5	5—8	8—12
Cu plăcuţe elicoidale	20—25	0,07—0,12	0,05—0,10	0,03—0,10	0,05—0,08
	30—40	0,10—0,18	0,08—0,12	0,06—0,10	0,05—0,10
	50—60	0,10—0,20	0,10—0,15	0,08—0,12	0,06—0,12

Observaţii. 1) Limitele superioare ale avansului la frezarea de degroşare se vor lua în cazul prelucrării pe maşini de frezat de putere mare şi pentru adîncime de aşchiere mică. Limitele inferioare se vor lua pentru adîncimi de aşchiere mari şi maşini de putere medie. 2) Valorile recomandate ale avansului asigură obţinerea unei rugozităţi $R_a = 3{,}2 \ldots 6{,}3$ μm. 3) Valorile din tabel sînt pentru frezarea oţelului. La frezarea fontei şi aliajelor de cupru, avansurile se pot majora cu 20...30 %.

În tabelul 8.21 se dau avansuri pentru frezarea canalelor cu freze cilindro-frontale cu coadă din oţel rapid ; în tabelul 8.22 sînt date avansu-

Tabelul 8.21. **Avansuri la frezarea canalelor cu freze cilindro-frontale cu coadă din oţel rapid**

Elementele frezei		Adîncimea canalului, mm				
		5	10	15	20	30
Diametrul D, mm	Nr. de dinţi, z	Avansul pe dinte s_z, mm/dinte				
Oţel						
8	5	0,010—0,020	0,008—0,015	—	—	—
10	5	0,015—0,025	0,012—0,020	0,010—0,015	—	—
	3	0,035—0,050	0,030—0,040	0,020—0,030	—	—
16	5	0,020—0,040	0,015—0,025	0,012—0,020	—	—
	3	—	0,050—0,080	0,040—0,060	0,025—0,050	—
20	5	—	0,040—0,060	0,030—0,050	0,020—0,040	—
	3	—	0,060—0,120	0,060—0,100	0,040—0,060	0,025—0,050
25	5	—	0,060—0,100	0,050—0,080	0,040—0,060	0,020—0,040
	3	—	0,070—0,120	0,060—0,100	0,050—0,080	0,040—0,060
32	6	—	0,070—0,100	0,060—0,090	0,040—0,060	0,030—0,050
Fontă şi aliaje de cupru						
8	5	0,015—0,025	0,012—0,020	—	—	—
10	5	0,030—0,050	0,015—0,030	0,012—0,020	—	—
	3	0,070—0,100	0,050—0,080	0,040—0,070	—	—
16	5	0,050—0,080	0,040—0,070	0,025—0,050	—	—
	3	0,080—0,120	0,070—0,120	0,060—0,100	0,040—0,070	—
20	5	0,060—0,120	0,060—0,100	0,050—0,080	0,035—0,050	—
	3	—	0,100—0,150	0,080—0,120	0,070—0,100	0,060—0,070
25	5	—	0,080—1,140	0,070—0,100	0,040—0,070	0,030—0,060
	4	—	0,120—0,180	0,080—0,140	0,070—0,120	0,060—0,080
32	6	—	0,100—0,150	0,080—0,120	0,070—0,100	0,050—0,070

rile pentru frezarea cu freze ferăstrău şi freze pentru crestat, iar în tabelul 8.23 sînt date avansurile pentru frezarea cu freze profilate din oţel rapid.

Viteza de aşchiere v_p se calculează cu relaţia

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t_i^x \cdot s_z^y \cdot t^u \cdot z^p} K_v \text{ [m/min]} \qquad (8.3)$$

în care v_p este viteza de aşchiere economică, m/min ; C_v este un coeficient în funcţie de condiţiile de frezare ; D este diametrul frezei, mm ; T este durabilitatea economică a frezei, min ; t_i este lungimea de contact, mm ; s_z este avansul pe dinte, mm/dinte ; t este adîncimea de aşchiere (la frezarea cilindrică t este lăţimea de aşchiere), mm ; z este numărul de dinţi ai frezei ; K_v este coeficientul de corecţie a vitezei ; q, m, x, y, u, p sînt exponenţi.

Tabelul 8.22. **Avansuri pentru freze de crestat și freze-ferăstrău din oțel rapid**

Diametrul frezei D, mm	Operația	Freze de crestat cu dinți deși		Freze de crestat și freze ferăstrău cu dinți rari				
		Avansul s_z, mm/dinte pentru lungimea de contact t_l, mm						
		2	5	6	10	15	20	30
40	Crestare	0,007—0,010	0,003—0,007	0,007—0,010	—	—	—	—
63	Crestare	0,010—0,015	0,005—0,010	0,010—0,015	0,010—0,015	—	—	—
	Debitare	—	—	0,015—0,025	0,010—0,020	—	—	—
80	Crestare	0,010—0,020	0,005—0,015	0,010—0,025	0,010—0,020	0,007—0,015	—	—
	Debitare	—	—	0,015—0,030	0,010—0,025	0,010—0,020	—	—
100	Debitare	—	—	0,025—0,030	0,020—0,030	0,020—0,025	0,015—0,025	0,01—0,02
125—200	Debitare	—	—	—	—	0,020—0,030	0,015—0,025	0,01—0,02

Observații. 1) Valorile din tabel sînt date pentru frezarea oțelului. 2) La frezarea fontei și aliajelor de cupru, avansurile se pot majora cu 20...30%.

Tabelul 8.23. **Avansuri pentru freze profilate semirotunde cu profil convex și concav și freze biunghiulare din oțel rapid**

Diametrul frezei D, mm	Tipul frezei	Avansul pe dinte s_z, mm/dinte, pentru lungimea de contact t_l, mm				
		<3	3—5	5—8	8—12	12—20
35	Biunghiulară	0,04—0,08	0,05—0,07	—	—	—
45	Semirotundă convexă și biunghiulară	0,06—0,01	0,05—0,08	0,03—0,06	—	—
	Semirotundă concavă	0,05—0,08	0,04—0,05	0,03—0,05	—	—
60	Semirotundă convexă și biunghiulară	0,06—0,10	0,05—0,08	0,04—0,06	—	—
	Semirotundă concavă	0,05—0,08	0,03—0,05	0,03—0,04	0,02—0,04	—
75	Semirotundă convexă și biunghiulară	0,08—0,12	0,06—0,10	0,05—0,07	0,03—0,06	0,02—0,04
	Semirotundă concavă	0,05—0,08	0,04—0,06	0,03—0,05	0,02—0,04	0,02—0,03
90	Semirotundă convexă și biunghiulară	0,07—0,12	0,05—0,12	0,05—0,10	0,04—0,08	0,03—0,05
	Semirotundă concavă	0,04—0,06	0,04—0,06	0,03—0,05	0,03—0,04	0,02—0,03

Observație. 1) Valorile din tabel sînt date pentru prelucrarea oțelului. La prelucrarea fontei și aliajelor de cupru, avansurile se pot majora cu 20...30%.

În tabelul 8.24 sînt date valorile pentru coeficientul C_v, iar în tabelul 8.25, valorile pentru exponenţi.

Tabelul 8.24. **Valorile coeficientului C_v din relaţia vitezei de aşchiere** (*8.2*)

Tipul frezei	Oţel $\sigma_r = 70$ daN/mm²		Fontă $HB = 180$		
			Cu crustă		Fără crustă
	$s > 0,1$	$s \leqslant 0,1$	$s > 0,15$	$s \leqslant 0,15$	
Cilindro-frontală:					
— oţel rapid	55	80	23	23	46,5
— plăcuţă VK8	—	—	40	40	80
Freză disc:					
— cu dinţi aplicaţi	60	86	24	24	48
— monobloc	—	81	22,75	22,75	45,5
De canelat şi crestat	—	65	22,50	22,50	45,0
Cilindrice	46	60	13,50	28,80	57,6
Cilindro-frontale cu coadă	—	35	37,50	37,50	75,0
Profilate	—	44	—	—	—

Observaţii. 1) Coeficientul C_v este dat pentru prelucrarea oţelului fără crustă, cu răcire, la frezarea contra avansului. 2) La prelucrarea dintr-o singură trecere cu o calitate de suprafaţă ridicată, coeficientul C_v se înmulţeşte cu 0,8. 3) La prelucrarea fără răcire, coeficientul C_v se înmulţeşte cu 0,5. 4) La frezarea în sensul avansului, coeficientul C_v se înmulţeşte cu 1,5. 5) La frezarea materialelor cu crustă coeficientul C_v se înmulţeşte cu 0,6.

Tabelul 8.25. **Valorile exponenţilor din relaţia vitezei de aşchiere** (8.2)

Materialul de prelucrat	Tipul frezei	m	p	q	u	y		x
						$s_z \leqslant 0,1$	$s_z > 0,1$	
Oţel, alamă şi aliaje uşoare	Cilindro-frontale	0,2	0,1	0,25	0,1	0,2	0,4	0,15
	Disc	0,2	0,1	0,25	0,1	0,2	0,4	0,30
	De canelat şi crestat	0,2	0,1	0,25	0,1	0,2	0,4	0,30
	Cilindrice, cilindro-frontale cu coadă şi profilate	0,33	0,1	0,45	0,1	0,2	0,4	0,30
Fontă şi bronz	Cilindro-frontale	0,15	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4	0,1
	Disc	0,15	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4	0,5
	De canelat şi crestat	0,15	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5
	Cilindrice, cilindro-frontale cu coadă, profilate	0,25	0,3	0,7	0,3	0,2	0,6	0,5

Coeficientul de corecţie a vitezei, K_v, se determină cu relaţia

$$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \tag{8.4}$$

în care: K_1 este coeficientul care ţine seama de proprietăţile mecanice ale materialului de prelucrat; K_2 este coeficientul care ţine seama de natura materialului părţii aşchietoare a frezei (tabelul 8.26); K_3 este coeficientul care ţine seama de unghiul în plan φ_0 al frezei (tabelul 8.27).

Coeficientul K_1 se determină cu relațiile :

— pentru oțel, alamă, silumin și electron : $K_1 = \frac{C_1 \cdot 70}{\sigma^r}$; (8.5)

— pentru fontă și bronz : $K_1 = \frac{C_1 \cdot 180}{HB}$. (8.6)

Tabelul 8.26. **Valorile coeficientului K_2 din relația (8.3)**

Materialul de prelucrat	Materialul părții așchietoare a frezei	
	Rp 3	OSC 10 OSC 12
Oțel cu $HB \leqslant 220$	1	0,5—0,6
Oțel cu $HB > 220$	1	—
Fontă cu $HB \leqslant 180$	1	0,5—0,6
Fontă cu $HB > 180$	1	—
Aliaje neferoase	1	0,5—0,6

Tabelul 8.27. **Valorile coeficientului K_3 din relația (8.3)**

Tipul frezei	Unghiul φ_0, grade				
	90	60	45	30	20
Cilindro-frontală	0,96	1,00	1,06	1,18	1,30
Disc și cilindro-frontală cu coadă	1,00	1,05	1,10	1,23	1,37

Coeficientul C_1 se alege în funcție de natura materialului de prelucrat din tabelul 8.28.

Pentru exponentul r se dau următoarele valori :

— oțel cu conținut redus de carbon, cu $\sigma_r = 30 \ldots 50$ daN/mm², $r = -1$;

— oțel-carbon și oțel aliat, cu $\sigma_r = 55 \ldots 85$ daN/mm², $r = 1$;

— oțel înalt aliat, cu $\sigma_r = 90 \ldots 140$ daN/mm², $r = 2$.

Tabelul 8.28. **Valorile coeficientului C_1 din relațiile (8.5) și (8.6)**

Materialul de prelucrat	C_1
Oțel carbon	1,00
Oțel crom	0,80
Oțel Cr—Ni, Cr—V ; Cr—Mo ; Cr—Ni—Mo ; Cr—W, Ni	0,75
Oțel Cr—Mo—Al ; oțel mangan, Cr—Mg ; Si—Mg	0,70
Oțel carbon de scule	1,00
Oțel aliat de scule	0,70
Oțel rapid de scule	0,50
Oțel inoxidabil și oțel refractar	0,40
Alamă	3,00
Silumin, duraluminiu	5,00
Electron	7,00
Fontă cenușie și fontă malleabilă	1,00
Bronz	3,00

Turația de lucru se determină cu relația :

$$n = \frac{1\,000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \text{ rot/min} \qquad (8.7)$$

în care v_p este viteza de așchiere, m/min, iar D este diametrul frezei, mm.

Durabilitatea economică T din relația vitezei de așchiere (8.2) se stabilește conform tabelului 8.29, pentru freze cilindro-elicoidale și freze cilindro-frontale din oțel rapid și tabelului 8.30, pentru freze cilindro-frontale pentru alezaj, armate cu plăcuțe din carburi metalice, tabelului 8.31, pentru freze-disc din oțel rapid și tabelului 8.32, pentru freze disc cu trei tăișuri, cu plăcuțe din carburi metalice.

Tabelul 8.29. **Durabilitatea economică pentru frezele cilindrice elicoidale şi frezele cilindro-frontale din oţel rapid**

Tipul frezei	Materialul de prelucrat	Diametrul frezei D, mm				
		40	50	63	80	100
		Durabilitatea economică T, min.				
Freze cilindrice elicoidale STAS 578-67, varianta A	Oţel carbon şi aliat	60	90	120	180	240
	Fontă cenuşie	90	120	180	240	360
Freze cilindrice elicoidale STAS 578-67, varianta B	Oţel carbon şi aliat	—	60	90	120	150
	Fontă cenuşie	—	90	150	180	210
Freze cilindro-frontale elicoidale, STAS 579-71	Oţel carbon şi aliat	120	150	180	210	240
	Fontă cenuşie	180	210	240	300	360
Freze cilindro-frontale cu dinţi rari, STAS 2217-66	Oţel carbon şi aliat	—	—	180	210	240
	Fontă cenuşie	—	—	240	300	360

Tabelul 8.30. **Durabilitatea economică pentru freze cilindro-frontale cu alezaj cu plăcuţe din carburi metalice**

Tipul frezei	Materialul de prelucrat	Diametrul frezei D, mm			
		100	160	250	400
		Durabilitatea economică T, min.			
Freze cu dinţi demontabili din carburi metalice	Oţel carbon, aliat, fontă cenuşie şi maleabilă	120	180	240	360

Tabelul 8.31. **Durabilitatea economică pentru frezele disc din oţel rapid**

Tipul frezei	Diametrul frezei D, mm	Durabilitatea economică T, min.
Freză disc monobloc STAS 2215-67	63—100	120
Freză disc cu dinţi demontabili în zig-zag STAS 4083-66	100	120
	160	150
	250—315	180

Tabelul 8.32. **Durabilitatea economică pentru frezele disc cu trei tăişuri cu plăcuţe din carburi metalice**

Diametrul frezei D, mm	100	160	250	315
Durabilitatea economică T, min.	180	240	300	350

8.2.4. Determinarea timpilor ajutători

Timpul ajutător se grupează pe complexe de mînuiri (mişcări), astfel :

— timp ajutător t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea piesei,

— timp ajutător t_{a2}, pentru comanda maşinii ;

— timp ajutător t_{a3}, pentru măsurări la luarea aşchiilor de probă :

— timp ajutător t_{a4} pentru evacuarea aşchiilor timp care, pentru majoritatea prelucrărilor, este inclus în timpul pentru deservirea tehnică a locului de muncă ;

— timpul ajutător t_{a5} pentru măsurări de control.

Timpul ajutător t_{a1} este dat în tabelele 8.33 ... 8.42, pentru diferite situaţii de aşezare a piesei, cum ar fi : aşezare manuală pe masa maşinii

Tabelul 8.23. **Timpii ajutători t_{a1} pentru prinderea și desprinderea manuală a pieselor, pe masa mașinilor de frezat**

Poz.	Modul de așezare și fixare a piesei	Modul de verificare	Starea suprafeței de așezare	Piese așezate simultan	Masa piesei, kg, până la: 0,5	1	3	5	8	12	20
					Timpul, t_{a1}, min.						
1	Pe masă, cu fixare în șuruburi și plăci	Simplă (pe contur pe una sau două suprafețe)	Neprelucrată (turnată)	1	—	1,05	1,15	1,25	1,35	1,85	2,15
2				2	—	2,00	2,10	2,50	2,90	3,50	4,10
3				S	—	0,80	0,90	1,00	1,20	1,50	1,80
4			Prelucrată	1	0,70	0,80	0,95	1,00	1,20	1,25	1,50
5				2	1,35	1,50	1,70	1,80	2,20	2,50	3,00
6				S	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
7		Complexă (după trasare pe una sau două suprafețe)	Neprelucrată (turnată)	1	—	1,60	1,85	2,00	2,20	2,50	2,90
8				2	—	3,00	3,50	3,90	4,30	4,80	5,50
9				S	—	1,20	1,60	1,70	1,80	2,10	2,40
10			Prelucrată	1	0,80	1,00	1,25	1,45	1,70	1,90	2,20
11				2	1,65	1,20	2,20	2,20	3,20	3,80	4,20
12				S	0,70	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00
13		Fără verificare	Neprelucrată (turnată)	1	—	0,85	0,75	0,85	1,00	1,10	1,25
14				2	—	1,20	1,35	1,55	1,75	2,00	2,20
15				S	—	0,40	0,50	0,50	0,60	0,70	0,80
16			Prelucrată	1	0,55	0,60	0,65	0,75	0,85	0,95	1,10
17				2	1,00	1,10	1,20	1,35	1,60	1,80	2,00
18				S	0,40	0,45	0,55	0,65	0,75	0,80	0,90
19	Pe colțar, prin fixare cu șuruburi și plăci	Simplă	Prelucrată	1	—	0,85	1,05	1,20	1,50	1,70	2,10
20		Fără verificare		1	—	0,70	0,80	0,95	1,05	1,10	1,30

Observații. 1) Timpul este dat pentru fixarea fiecărei piese în unul sau două șuruburi.
2) La fixarea cu mai multe șuruburi, pentru fiecare șurub în plus se va adăuga 0,4 minute.
3) S = succesiv, reprezintă piese așezate una după alta.

Tabelul 8.34. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea manuală a pieselor în menghină pe mașini de frezat**

Poz.	Metoda de așezare și fixare a piesei		Caracterul verificării	Starea suprafeței de așezare	Piese așezate simultan	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1	3	5	8	12	20
						Timpul t_{a1} min.						
1	În menghină cu acționare excentrică		Fără verificare	Prelucrată (sau din laminare)	1	0,18	0,19	0,21	0,25	0,29	0,34	0,39
2					2	0,25	0,27	0,33	0,39	0,48	—	—
3					S	0,06	0,07	0,09	0,11	0,17	—	—
4			Cu verificare		1	0,37	0,39	0,43	0,48	0,56	0,64	0,79
5	În menghină cu acționare pneumatică		Fără verificare		1	0,16	0,17	0,19	0,22	0,26	0,31	0,36
6					2	0,23	0,25	0,30	0,34	0,43	—	—
7					S	0,06	0,07	0,09	0,11	0,17	—	—
8			Cu verificare		1	0,39	0,43	0,49	0,53	0,60	0,68	0,85
9				Neprelucrată (turnată)	1	0,65	0,75	0,85	0,90	1,00	1,25	1,40
10	În menghină cu șurub, prin fixare	Cu manetă schimbabilă sau cu cheie	Fără verificare	Prelucrată (sau din laminare)	1	0,25	0,27	0,29	0,32	0,36	0,41	0,46
11					2	0,32	0,35	0,40	0,45	0,55	—	—
12					S	0,06	0,07	0,09	0,11	0,17	—	—
13			Cu verificare		1	0,44	0,47	0,51	0,55	0,63	0,71	0,80
14				Neprelucrată (turnată)	1	0,70	0,80	0,90	0,95	1,05	1,30	1,50
15		Cu clupă	Fără verificare	Prelucrată (sau din laminare)	1	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	—	—
16					2	0,28	0,31	0,36	0,41	0,49	—	—
17					S	0,06	0,07	0,09	0,11	0,17	—	—
18			Cu verificare		1	0,42	0,45	0,50	0,54	0,62	—	—
19				Neprelucrată (turnată)	1	0,68	0,78	0,83	0,92	1,02	— —	—

Observație. S — succesiv reprezintă piese așezate una după alta.

Tabelul 8.35. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea pieselor pe dorn și pe vîrfurile mașinilor de frezat**

Poz.	Modul de așezare a piesei		Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1	3	5	8	12	20
			Timpul ta_1, min.						
1	Între centre	Fără montarea și demontarea inimii de antrenare	0,25	0,26	0,34	0,43	0,48	0,55	0,60
2		Cu montarea și demontarea inimii de antrenare	0,33	0,35	0,44	0,55	0,60	0,75	0,85
3	Între vîrfuri cu sprijin pe suport	Fără montarea și demontarea inimii de antrenare	—	—	0,45	0,52	0,58	0,65	0,70
4		Cu montarea și demontarea inimii de antrenare	—	—	0,53	0,64	0,68	0,85	0,95
5	Pe dorn neted sau canelat așezat între vîrfuri	Manual	0,33	0,35	0,44	0,50	0,60	0,70	0,75
6		Cu ciocanul	0,36	0,38	0,48	0,54	0,67	0,77	0,85
7		Prin presare	0,41	0,49	0,60	0,75	0,85	1,00	1,20
8	Pe dorn între vîrfuri cu piuliță de fixare	Cu șaibă elastică	0,46	0,49	0,60	0,65	0,75	0,85	0,90
9		Cu șaibă rigidă	0,65	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,10
10	Pe dorn între vîrfuri (fără montarea și demontarea piesei între vîrfuri)		0,25	0,26	0,34	0,43	0,48	0,55	0,60
11	Așezarea pe dorn a pieselor una lîngă alta		0,08	0,09	0,10	0,12	—	—	—

Observații. 1) Timpul de rotire a piesei cu dispozitiv de divizare este dat în tabelul 8.43. 2) La așezarea pe dorn a mai multor piese, pentru fiecare se va lua timpul de la poziția 11.

Tabelul 8.36. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea pieselor în mandrine cu bucșă elastică și în mandrine autocentrante la mașinile de frezat**

Poz.	Metoda de așezare a piesei		Masa piesei, kg, pînă la:						
			0,5	1	3	5	8	12	20
			Timpul t_{a1}, min.						
1	În mandrine autocentrante		0,18	0,18	0,18	0,22	0,26	0,32	0,39
2	În mandrine autocentrante cu comprimarea vîrfului păpușii mobile		0,32	0,34	0,39	0,45	0,50	0,55	0,60
3	În mandrină autocentrantă cu sprijin pe suporți		—	—	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
4	În mandrină autocentrantă cu comprimarea vîrfului păpușii mobile și sprijin pe suporți		—	—	0,46	0,55	0,60	0,65	0,70
5	În mandrine cu bucșă elastică, cu fixarea:	Manuală cu manetă	0,12	0,14	0,18	—	—	—	—
6		Manuală pneumatic	0,12	0,13	—	—	—	—	—
7		Cu cheie	0,17	0,19	0,23	—	—	—	—
8	În mandrină cu bucșă elastică cu comprimarea vîrfului păpușii mobile		—	—	0,40	0,45	0,50	0,60	—

Tabelul 8.37. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea pieselor pe dornuri cu coadă la mașinile de frezat**

Poz.	Metoda de așezare și fixare a piesei			Masa piesei, kg, pînă la:						
				0,5	1	3	5	8	12	20
				Timpul t_{a1}, min.						
1	Pe dornuri cu coadă	Cilindrice cu fixare prin șaibă	Cu șaibă elastică	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,33
2			Cu șaibă rigidă	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,55
3		Conice cu așezarea piesei:	Manuală	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15	0,17	—
4			Cu ciocanul	0,15	0,16	0,17	0,19	0,24	0,27	—
5		Cu caneluri prin așezare manuală sau cu ciocanul		0,17	0,18	0,20	0,22	0,28	0,31	0,35
6		Filetate cu fixare dorn	Manuală	0,17	0,20	0,27	0,35	—	—	—
7			Cu cheia	0,21	0,26	0,34	0,43	—	—	—
8	Așezarea pieselor în dispozitiv una după alta			0,08	0,09	0,10	0,12	—	—	—

Observații. 1) Timpul de rotire a piesei cu dispozitiv de pe dorn între vîrfuri (fără montarea și demontarea pieselor una lîngă alta cu piuliță de fixare sau cu șaibă rigidă), precum și timpul de la poziția 11 din tabelul 8.43, 2) La așezarea pe dorn a mai multor piese, pentru fiecare se va lua timpul de la poziția 11.

Tabelul 8.38. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea**

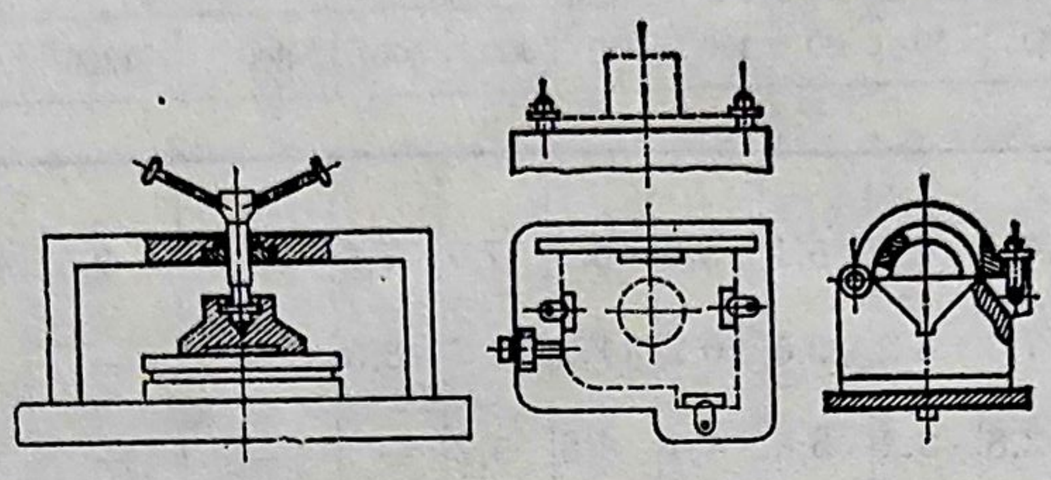
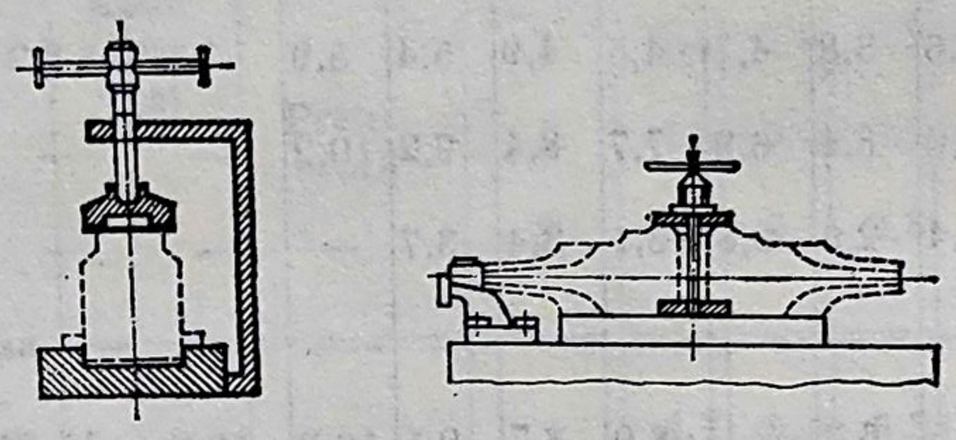
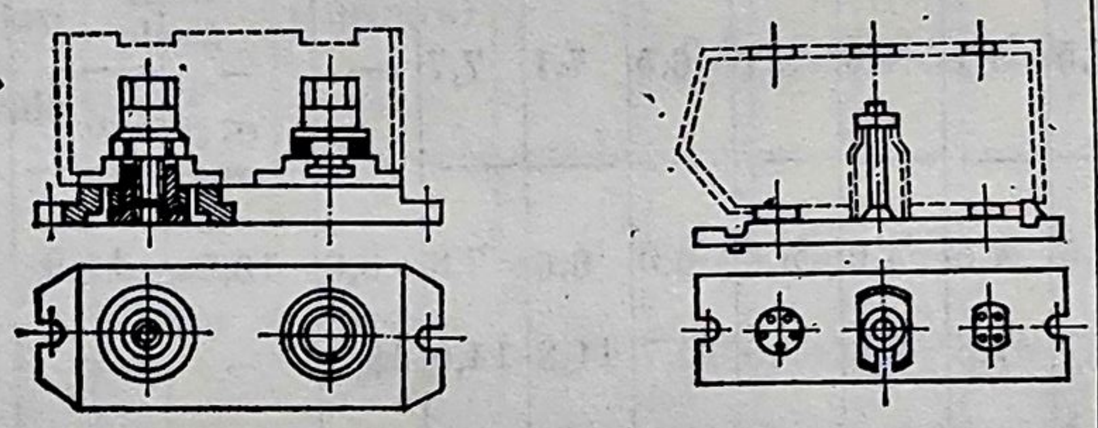
Poz.	Metoda de așezare și fixare	Caracterul verificării	Starea suprafeței de așezare	Număr piese așezate simultan	Tipul dispozitivului										
					Pneumatic sau electropalan						Electropalan				
					Masa piesei în										
					30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
					Timpul										
1	Pe masă, prin fixare cu șuruburi și bride	Simplă (pe contur în una sau două suprafețe)	Neprelucrată (turnată)	1	3,5	3,9	4,3	4,9	5,4	6,0	6,6	7,4	8,4	9,9	11,1
2				2	6,1	7,0	7,8	8,9	9,9	10,7	12,0	—	—	—	—
3				S	2,3	2,7	3,3	3,9	4,3	4,6	—	—	—	—	—
4			Prelucrată	1	2,8	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	6,7	7,1	8,2	9,3
5				2	4,8	5,2	5,7	6,4	7,1	7,7	8,7	—	—	—	—
6				S	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1	—	—	—	—	—
7		Complexă (după trasaj în una sau două suprafețe)	Neprelucrată (turnată)	1	4,7	5,5	6,3	7,1	6,8	8,5	9,9	12,1	14,4	16,6	19,7
8				2	8,5	10,1	11,8	13,3	14,7	15,9	18,6	—	—	—	—
9				S	3,6	4,4	5,2	6,0	6,6	7,1	—	—	—	—	—
10			Prelucrată	1	3,7	4,1	4,6	5,1	5,7	6,8	7,8	9,6	10,8	12,5	13,6
11				2	6,6	7,4	8,4	9,4	10,5	12,5	14,3	—	—	—	—
12				S	2,7	3,1	3,5	4,0	4,5	5,5	—	—	—	—	—
13		Fără verificare	Prelucrată	1	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8
14				2	3,6	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	6,1	—	—	—	—
15				S	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,1	2,4	—	—	—	—
16	Pe colțar, fixare cu șuruburi și bride	Simplă		1	5,5	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observații. 1) Timpul este dat pentru fixarea cu 1—2 șuruburi. Pentru fiecare șurub în plus pentru piese pînă la 80 kg, se adaugă 0,4 minute și peste 80 kg se adaugă 0,5 minute.
2) S = succesiv, piese așezate una după alta.

pieselor pe masa maşinilor de frezat cu ajutorul dispozitivelor de ridicat

de ridicare																
Palan manual						Macara										
kg, pînă la:																
30	50	80	120	200	300	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
t_{a_1}, min																
3,8	4,3	4,8	5,5	6,0	6,7	4,3	4,7	5,1	5,8	6,3	7,0	7,6	8,5	9,5	11,1	12,3
6,6	7,7	8,6	9,9	10,9	11,9	7,3	8,2	9,0	10,2	11,2	12,2	13,5	—	—	—	—
2,5	2,9	3,5	4,2	4,7	5,0	2,8	3,2	3,8	4,4	4,8	5,2	—	—	—	—	—
3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	3,6	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	7,8	8,2	9,4	10,5
5,3	5,9	6,5	7,4	8,1	8,9	6,0	6,4	6,9	7,7	8,4	9,2	10,2	—	—	—	—
2,1	2,3	2,5	2,9	3,2	3,4	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	—	—	—	—	—
5,0	5,9	6,8	7,7	8,4	9,3	5,5	6,3	7,1	8,0	8,7	9,5	10,9	13,2	15,5	17,8	21,0
8,9	10,8	12,6	14,3	15,7	17,1	9,7	11,3	13,0	14,6	16,0	17,4	20,1	—	—	—	—
3,9	4,7	5,6	6,4	6,9	7,5	4,1	4,9	5,7	6,5	7,1	7,7	—	—	—	—	—
4,0	4,5	5,1	5,7	6,3	7,5	4,5	4,9	5,4	6,0	6,6	7,8	8,8	10,7	11,9	13,7	14,8
7,1	8,1	9,1	10,4	11,5	13,7	7,8	8,6	9,6	10,7	11,8	14,0	15,8	—	—	—	—
3,0	3,4	3,8	4,4	4,8	5,8	3,3	3,6	4,0	4,5	5,0	6,1	—	—	—	—	—
2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	3,0	3,1	3,3	3,6	3,9	4,3	4,5	5,2	5,8	6,5	7,0
4,1	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	4,8	5,0	5,4	5,9	6,4	7,0	7,6	—	—	—	—
1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	3,0	—	—	—	—
5,8	6,3	—	—	—	—	6,5	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

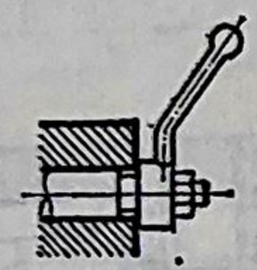
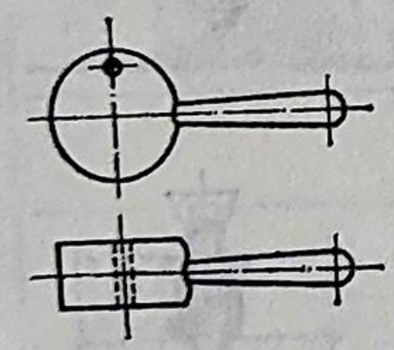
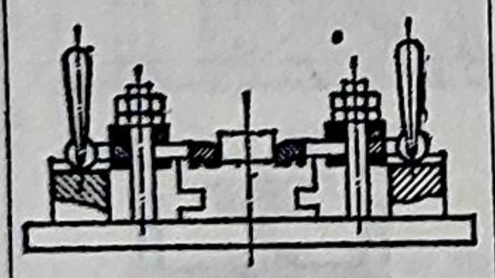
Tabelul 8.39. **Gruparea aşezării şi fixării pieselor în dispozitive speciale**

Grupele bazelor de aşezare	Schiţa	Metoda de aşezare
I		Pe una sau două suprafeţe plane, fără reazeme ; cu unul sau două reazeme ; pe prisme
II		Cu o singură ghidare
III		Cu două ghidări

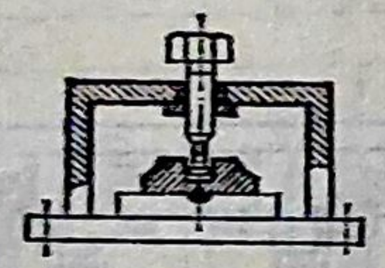
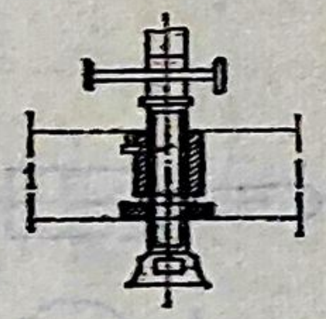
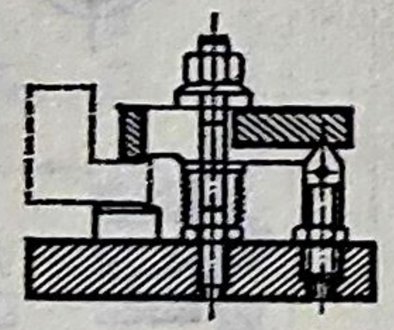
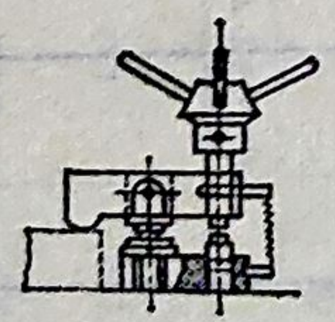
Tabelul 8.41. **Timpii ajutători t_{a1} suplimentari pentru prinderea şi desprinderea manuală a pieselor în dispozitive cu mai multe locuri de lucru la prelucrarea pe maşini de frezat**

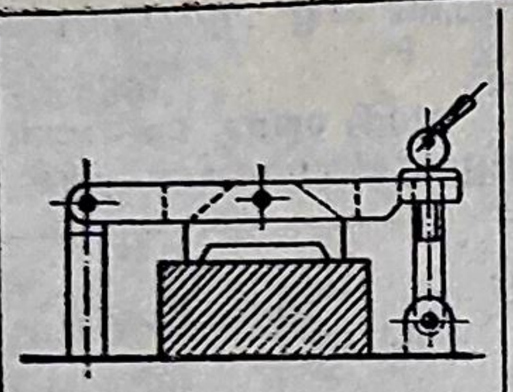
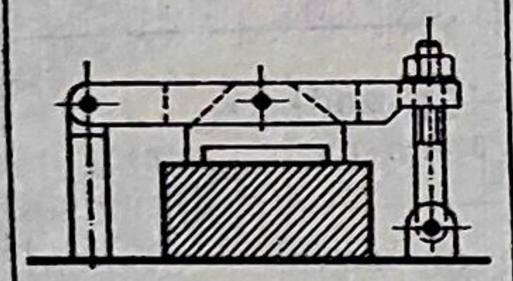
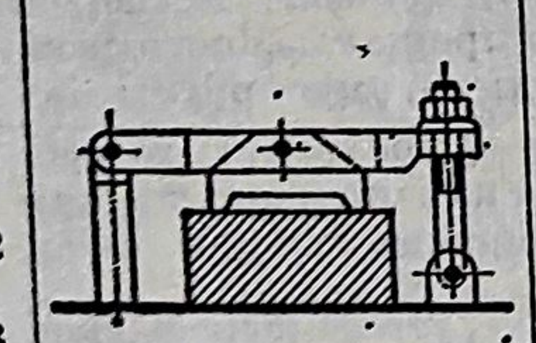
Poz.	Grupa bazelor de aşezare (tabelul 8.39)	Masa pieselor, kg, pînă la:						
		0,5	1	3	5	8	12	20
		Timpul suplimentar, minute, pentru aşezarea pieselor una după alta						
1	I	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15
2	II	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
3	III	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,20

Tabelul 8.40. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea manuală a pieselor în dispozitivele speciale pe mașinile de frezat**

Poz.	Metoda de fixare	Grupa bazelor de așezare (tabelul 8.39)	Număr fixări	Masa piesei kg, până la: 0,5	1	3	5	8	12	20
				Timpul t_{a1} min.						
1	 Placă prin fixare cu manetă pneumatică acționată manual	I	1	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,20	0,24
2		II	1	0,12	0,14	0,16	0,19	0,20	0,22	0,26
3		III	1	0,16	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,30
4		I—II—III	S	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5	 Manual cu excentric	I	1	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,22	0,26
6		II	1	0,13	0,15	0,17	0,21	0,22	0,24	0,28
7		III	1	0,17	0,17	0,19	0,23	0,25	0,27	0,32
8		I—II—III	S	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
9	 Prin rotire sau cu placă alunecătoare cu fixarea ei prin sistem excentric manual	I	1	0,12	0,14	0,18	0,19	0,22	0,23	0,26
10		II	1	0,14	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,29
11		III	1	0,18	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,32
12		I—II—III	S	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08
13	Sistem hidraulic cu acționare manuală (cu timp necesar umplerii cilindrilor cu ulei)	I	1	0,16	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,32
14		II	1	0,18	0,21	0,23	0,26	0,27	0,30	0,34
15		III	1	0,22	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,38

Tabelul 8.40 (continuare)

Poz.	Metoda de fixare			Grupa bazelor de aşezare (tab. 8.39)	Număr fixări	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1	3	5	8	12	20
						Timpul t_{a_1}, min						
16		Piuliţă sau şurub cu strîngere:	cu cheie	I	1	0,20	0,24	0,33	0,36	0,39	0,41	0,48
17				II	1	0,22	0,26	0,34	0,38	0,40	0,43	0,50
18				III	1	0,26	0,28	0,36	0,40	0,43	0,46	0,54
19				I—II—III	S	0,09	0,11	0,12	0,12	0.12	0,13	0,16
20			manuală	I	1	0,12	0,14	0,18	0,20	0,22	0,24	0,28
21				II	1	0,14	0,16	0,19	0,22	0,23	0,26	0,30
22				III	1	0,18	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,34
23				I—II—III	S	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
24		Piuliţă sau şurub cu placă rotitoare sau alunecătoare cu strîngere:	cu cheie	I	1	0,24	0,29	0,36	0,42	0,46	0,49	0,57
25				II	1	0,26	0,31	0,37	0,44	0,47	0,51	0,59
26				III	1	0,30	0,33	0,39	0,46	0,50	0,54	0,63
27				I—II—III	S	0,12	0,12	0,12	0,16	0,18	0,20	0,23
28			manuală	I	1	0,14	0,16	0,21	0,22	0,25	0,27	0,33
29				II	1	0,16	0,18	0,22	0,24	0,26	0,34	0,39
30				III	1	0,20	0,20	0,24	0,26	0,28	0,37	0,43
31				I—II—III	S	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,10	0,10

32		Bridă rabatabilă cu fixarea prin :	manetă cu excentric	I	1	0,16	0,18	0,22	0,24	0,27	0,29	0,33
33				II	1	0,18	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,37
34				III	1	0,22	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,41
35				I—II—III	S	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14
36			pilulță cu cheie	I	1	0,28	0,33	0,40	0,47	0,51	0,55	0,63
37				II	1	0,30	0,35	0,41	0,49	0,52	0,57	0,65
38				III	1	0,34	0,37	0,43	0,51	0,55	0,60	0,70
39				I—II—III	S	0,16	0,16	0,16	0,21	0,23	0,26	0,29
40			pilulță manuală	I	1	0,22	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,43
41				II	1	0,24	0,26	0,28	0,33	0,35	0,40	0,45
42				III	1	0,28	0,28	0,30	0,35	0,38	0,43	0,50
43				I—II—III	S	0,14	0,14	0,14	0,17	0,17	0,20	0,22

Observație. S = succesiv, piese așezate și fixate una după alta.

Tabelul 8.42. **Timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea şi desprinderea pieselor în dispozitive speciale cu ajutor instalaţiilor de ridicat la maşinile de frezat**

Poz.	Metoda de fixare (pentru schiţele de fixare a se vedea tabelul 8.40, poz. corespunzătoare)		Grupa bazelor de aşezare (tab. 8.39)	Număr de fixări	Tipul dispozitivului de ridicat															
					Pneumo sau electropalan						Palan manual					Macara				
					Masa piesei, kg, pînă la:															
					30	50	80	120	200	300	30	50	80	120	200	30	50	80	120	200	300
					Timpul t_{a1}, min.															
1	Placă, prin fixarea cu		I	1	0,96	1,05	1,25	1,45	1,65	1,85	1,25	1,45	1,75	1,95	2,25	1,35	1,45	1,65	1,85	2,10	2,30
2	manetă pneumatică acţio-		III	1	1,15	1,35	1,45	1,65	1,85	2,20	1,35	1,65	1,95	2,25	2,55	1,65	1,75	1,85	2,15	2,45	2,85
3	nată manual (poz. 1—4)		I—III	S	0,01															
4	Placă rotitoare sau alune-		I	1	1,00	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	1,30	1,50	1,80	2,00	2,30	1,40	1,50	1,70	1,90	2,15	2,35
5	cătoare, prin fixarea cu ma-		III	1	1,20	1,30	1,50	1,70	1,90	2,25	1,40	1,70	2,00	2,30	2,60	1,70	1,80	1,90	2,20	2,50	2,90
6	netă excentrică (poz. 9—12)		I—III	S	0,10															
7	Manetă hidraulică (cu timp		I	1	1,10	1,20	1,40	1,65	1,90	2,10	1,40	1,60	1,90	2,15	2,50	1,50	1,60	1,80	2,05	2,30	2,50
8	pentru umplerea cilindrilor) acţionată manual (poz. 13—15)		III	1	1,30	1,40	1,60	1,85	2,10	2,45	1,50	1,80	2,10	2,45	2,80	1,80	1,90	2,10	2,35	2,70	3,10
9	Piulită sau şurub cu fixare:	manuală (poz. 20—23)	I	1	1,05	1,15	1,35	1,55	1,75	1,95	1,35	1,55	1,85	2,05	2,35	1,45	1,55	1,75	1,95	2,15	2,35
10			III	1	1,25	1,35	1,55	1,75	1,95	2,30	1,45	1,75	2,05	2,35	2,65	1,75	1,85	1,95	2,25	2,55	2,95
11			I—III	S	0,15															
12		cu cheie (poz. 16—19)	I	1	1,35	1,45	1,65	1,85	2,05	2,25	1,65	1,85	2,15	2,35	2,65	1,75	1,85	2,05	2,25	2,45	2,65
13			III	1	1,55	1,65	1,85	2,05	2,25	2,60	1,75	2,05	2,35	2,65	2,95	2,05	2,15	2,25	2,55	2,85	3,25
14			I—III	S	0,45															
15	Piuliţă sau şurub cu placă rotativă sau cu fixare:	manuală (poz. 28—31)	I	1	1,10	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	1,40	1,60	1,90	2,10	2,40	1,50	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
16			III	1	1,30	1,40	1,60	1,80	2,00	2,35	1,50	1,60	2,10	2,40	2,70	1,80	1,90	2,00	2,30	2,60	3,00
17			I—III	S	0,20															
18		cu cheie (poz.24—27)	I	1	1,40	1,50	1,70	1,90	2,00	2,20	1,70	1,90	2,20	2,40	2,60	1,80	1,90	2,10	2,30	2,50	2,70
19			III	1	1,60	1,70	1,90	2,10	2,30	2,55	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	2,10	2,20	2,30	2,60	2,90	3,30
20			I—III	S	0,50															
21	Bridă rabatabilă şi piuliţă, fixare cu cheie (poz. 36—39)		I	1	1,25	1,35	1,75	1,75	1,95	2,15	1,55	1,75	2,05	2,25	2,55	1,65	1,75	1,95	2,15	2,35	2,55
22			III	1	1,45	1,55	1,75	1,95	2,15	2,50	1,65	1,95	2,25	2,55	2,85	1,95	2,05	2,25	2,45	2,75	3,15
23			I—III	S	0,35															

Observaţie. S = succesiv, piese aşezate şi fixate una după alta.

a pieselor cu masă pînă la 20 kg, aşezare manuală în menghină, aşezare pe dorn, aşezare în mandrină cu bucşe elastice sau autocentrante, aşezare pe masa maşinii cu utilizarea dispozitivelor de ridicare şi aşezare în dispozitive speciale.

Timpii ajutători t_{a2}, legaţi de trecere sau de fază, în funcţie de diversele mînuirii necesare prelucrării piesei, sînt daţi în funcţie de tipul maşinii de frezat. În tabelul 8.43 se dau timpii pentru comanda maşinii la maşinile de frezat orizontale, verticale şi universale.

În tabelul 8.44 sînt daţi timpii ajutători pentru comanda maşinii pentru maşinile de frezat longitudinal (portal).

În tabelul 8.45 sînt daţi timpii ajutători pentru comanda maşinii pentru maşinile orizontale de alezat şi frezat.

În tabelul 8.46 sînt daţi timpii ajutători legaţi de comanda maşinii pentru maşinile de frezat prin copiere.

În tabelul 8.47 sînt daţi timpii ajutători t_{a3}, pentru măsurări la luarea aşchiei de probă, pentru toate maşinile de frezat.

În tabelul 8.48 sînt daţi timpii ajutători t_{a4} pentru curăţirea dipozitivelor de aşchii, pentru toate maşinile de frezat.

În tabelele 8.49 şi 8.50 sînt daţi timpii ajutători t_{a5} pentru măsurări de control, pentru toate maşinile de frezat.

8.2.5. Determinarea timpilor de deservire

În tabelul 8.51 sînt date procentele din timpul de bază pentru timpul de deservire tehnică, t_{at}, şi procentele din timpul efectiv pentru timpul de deservire organizatorică, t_{do}.

8.2.6. Determinarea timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice t_{on}

Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice, t_{on}, se dă în procente din timpul efectiv conform tabelului 8.52.

8.3. Exemplu de calcul al normei de timp la frezare

Să se stabilească norma tehnică de timp pentru frezarea de degroşare a unei suprafeţe plane cu lungimea de 150 mm şi lăţimea de 60 mm, la o piesă din oţel cu $\sigma_r = 70$ daN/mm². Prelucrare se face pe o maşină de frezat universal tip FU 32 × 132A şi se foloseşte o freză cilindrică 63 × 80 A STAS 578-67/Rp3. Adaosul de prelucrare este de 3 mm.

a. *Timpul de pregătire-încheiere*, conform tabelului 8.1, va fi $T_{pi} = 19$ min la poz.2, şi $T_{pi} = 10$ min la poz. 14. Total timp de pregătire-încheiere $T_{pi} = 29$ min.

b. *Timpul de bază*, conform tabelului 8.5, va fi $t_b = \dfrac{L}{s_z \cdot z \cdot n} i = \dfrac{l + l_1 + l_2}{s_z \cdot z \cdot n} i$ în care : l = 150 mm ; $l_1 = 13{,}8$ mm (pentru $D = 63$ mm şi $t = 3{,}25$ mm) ; $l_2 = 3$ mm ; $i = 1$ (se prelucrează într-o trecere) ; $s_z = 0{,}15$ mm/ dinte (tabel 8.12 pentru puterea maşinii de 5...10 kW de rigiditate medie).

Viteza de aşchiere calculată cu relaţia (8.3), cu valorile coeficientului luate din tabelul 8.24, ale exponenţilor din tabelul, 8. 25 se determină a fi $v_p = 24$ m/min.

Turaţia frezei calculată cu relaţia (8.7) se găseşte a fi $n = 120$ rot/min. Din cartea tehnică a maşinii se alege $n = 118$ rot/min.

Tabelul 8.43. **Timpii ajutători t_{a_2}, pentru comanda mașinilor de frezat orizontale, verticale și universale, legați de trecere și de fază**

Poz.	Felul prelucrării și al așezării piesei	Instrumentul de măsură	Dimensiunea de măsurat	Grupa mașinilor de frezat cu lungimea mesei, mm:																	
				I								II					III				
				Deckel			< 1000					1000–1500					1500–2200				
				Lungimea de prelucrare, mm, pînă la:																	
				100	200	300	100	200	300	400	100	200	300	400	500	600	200	300	400	500	600	800
				Timpul ajutător ta_2, pentru o trecere, min																	
1	Cu freza fixată la cotă			0,13	0,19	0,23	0,18	0,23	0,28	0,33	0,22	0,27	0,35	0,40	0,50	0,58	0,33	0,41	0,51	0,61	0,71	0,83
2	Degroșare cu reglarea frezei într-un singur plan fără respectarea dimensiunii			0,28	0,34	0,38	0,35	0,40	0,45	0,50	0,45	0,50	0,58	0,63	0,73	0,81	0,75	0,83	0,93	1,03	1,13	1,25
3	Degroșare cu așezarea frezei la cotă după opritor	—	—	0,26	0,32	0,36	0,35	0,40	0,45	0,50	0,45	0,50	0,58	0,63	0,73	0,81	0,74	0,82	0,92	1,02	1,12	1,24
4	Degroșare cu așezarea frezei la cotă după trasaj			0,44	0,50	0,54	0,53	0,62	0,67	0,72	0,72	0,77	0,85	0,90	1,00	1,08	1,09	1,17	1,27	1,37	1,47	1,59
5	Degroșare cu așezarea piesei după discul gradat			0,28	0,34	0,38	0,37	0,42	0,47	0,52	0,48	0,53	0,61	0,66	0,76	0,84	0,78	0,86	0,96	1,06	1,16	1,28
6	Finisare cu frezarea preliminară a unei porțiuni pentru măsurare, cu freza reglată după discul gradat	Riglă	100	0,01	0,83	0,92	0,73	0,85	0,95	1,03	1,01	1,11	1,27	1,37	1,57	1,73	1,37	1,53	1,73	1,93	2,13	2,37
7			200	0,71	0,85	0,94	0,75	0,87	0,95	1,07	1,03	1,13	1,29	1,39	1,59	1,75	1,37	1,53	1,73	1,93	2,13	2,37
8			300	0,72	0,86	0,95	0,76	0,88	0,98	1,08	1,04	1,14	1,30	1,40	1,60	1,76	1,39	1,55	1,75	1,95	2,15	2,39
9			500	0,74	0,88	0,97	0,78	0,90	1,00	1,10	1,06	1,16	1,32	1,40	1,62	1,78	1,41	1,57	1,77	1,97	2,17	2,41
10		Șubler 0,1 mm	100	0,65	0,79	0,90	0,79	0,91	1,04	1,15	0,97	1,09	1,28	1,40	1,60	1,79	1,43	1,62	1,85	2,07	2,29	2,55
11			200	0,67	0,82	0,92	0,81	0,94	1,06	1,17	0,99	1,13	1,30	1,41	1,63	1,81	1,48	1,66	1,87	2,09	2,31	2,56
12			300	0,70	0,83	0,93	0,84	0,95	1,07	1,19	1,02	1,15	1,31	1,43	1,65	1,83	1,49	1,67	1,89	2,11	2,33	2,57
13			500	0,76	0,90	1,00	0,90	1,02	1,14	1,26	1,08	1,20	1,38	1,50	1,72	1,90	1,54	1,72	1,94	2,16	2,38	2,62

3) La pozițiile 6...21 sau considerat faze de finisare care se execută din mai multe treceri, cu măsurare după fiecare trecere, freza fiind reglată numai după discul gradat.

freza fiind reglată numai după discul gradat.

Tabelul 8.43 (continuare)

14	Finisare cu frezarea de două ori a porțiunii pentru măsurare	Șubler 0,1 mm	100	0,94	1,12	1,26	1,11	1,27	1,43	1,51	1,34	1,50	1,72	1,88	2,14	2,36	1,86	2,22	2,52	2,74	3,00	3,30
15			200	0,98	1,16	1,28	1,15	1,31	1,45	1,69	1,38	1,54	1,74	1,88	2,16	2,38	1,96	2,24	2,52	2,70	2,92	3,18
16			300	1,04	1,18	1,30	1,21	1,33	1,47	1,71	1,44	1,56	1,76	1,90	2,18	2,90	1,98	2,26	2,54	2,74	2,98	3,26
17			500	1,16	1,32	1,44	1,33	1,47	1,61	1,75	1,56	1,70	1,90	2,04	2,28	2,48	2,08	2,36	2,64	2,84	3,08	3,36
18		Șubler 0,02 mm	100	1,10	1,24	1,36	1,27	1,39	1,53	1,67	1,50	1,62	1,82	1,96	2,20	2,40	2,04	2,32	2,60	2,80	3,04	3,32
19			200	1,16	1,32	1,42	1,33	1,47	1,59	1,71	1,56	1,70	1,88	2,20	2,26	2,46	2,12	2,38	2,66	2,86	3,10	3,38
20			300	1,26	1,40	1,56	1,43	1,55	1,67	1,79	1,66	1,78	1,96	2,08	2,30	2,48	2,20	2,46	2,76	2,90	3,12	3,38
21			500	1,46	1,60	1,70	1,63	1,75	1,87	1,99	1,86	1,98	2,16	2,28	2,50	2,68	2,40	2,66	2,92	3,10	3,32	3,55

Observații. 1) La poziția 1 au fost considerate piese sau faze de frezare care se execută într-o trecere cu freza fixată la dimensiunea de obținut. 2) Pozițiile 2...5 se referă la piese sau faze care se execută din mai multe treceri, fără a se măsura după fiecare trecere.

Tabelul 8.43 (continuare). **Timpii ajutători t_{a_2}, pentru comanda mașinilor de frezat orizontale, verticale și universale, legați de mînuiri**

Poz.	Denumirea mînuirilor		Grupa mașinilor de frezat cu lungimea mesei, mm:			
			I		II	III
			Deckel	≤ 1000	1000–1500	1500–2200
			Timpul ajutător t_{a_2}, pe fază, min			
1	Schimbarea turației axului principal	Cu o pîrghie	0,04	0,04	0,05	0,06
2		Cu două pîrghii	0,05	0,06	0,08	—
3		Cu trei pîrghii	0,07	0,09	0,10	—
4	Schimbarea avansului	Cu o pîrghie	0,03	0,04	0,04	0,06
5		Cu schimbarea roților	0,05	0,05	0,06	0,08
6	Rotirea cu o poziție a capului divizor sau a dispozitivului divizor		0,03	0,04	0,04	0,06
7	Montarea apărătorii contra așchiilor		—	0,15	0,16	0,18
8	Schimbarea frezei	Freză cu coadă	0,70	0,80	1,20	1,80
9		Freză cilindrică	0,90	1,10	1,70	2,40
10		Freză disc	0,80	0,90	1,50	2,00
11		Freză frontală	—	1,10	1,80	2,60
12		Joc de freze	—	1,20	1,90	2,80

Mînuirile din acest tabel nu au fost grupate în complexele de timpi ajutători legați de trecere. Aceste valori se vor adăuga separat în fișa de calcul a normei de timp.

Tabelul 8.44. **Timpii ajutători t_{a_2} pentru comanda mașinii de frezat longitudinal (portal), legați de trecere și de fază**

Poz.	Felul prelucrării și așezării piesei		Numărul de freze reglate	Instrumentul de măsură	Dimensiunea de măsură în mm, pînă la:	Lungimea mesei: 2300—4000 mm (grupa II) t_{a_2} pe trecere, min
1	Cu freză fixată la cotă		—	—	—	0,17
2	Cu reglarea frezelor la cotă într-un singur plan (orizontal sau vertical)	După trasaj	1			1,14
3			2			2,01
4			3			3,36
5			4			4,56
6		După discul gradat	1	—	—	1,14
7			2			1,21
8			3			1,96
9			4			2,86
10	Cu reglarea frezelor la cotă în două planuri (orizontal și vertical) după trasaj		1	—	—	1,74
11			2			2,94
12			3			4,54
13			4			5,74
14	Finisare cu frezare preliminară a unei porțiuni pentru măsurare, cu freză reglată după discul gradat		1	Riglă	100	0,92
15					200	0,94
16					600	0,96
17					700	0,98
18					1000	1,00
19				Șubler 0,1 mm	100	0,98
20					200	1,00
21					300	1,03
22					400	1,06
23					500	1,09
24					750	1,19
25					1000	1,35
26	Finisarea cu frezarea de două ori a porțiunii pentru măsurare		1	Șubler 0,02 mm	100	1,54
27					200	1,66
28					300	1,70
29					400	1,80
30					500	1,90
31					750	2,16
32					1000	2,60
	Denumirea mînuirilor					t_{a_2} pe fază, min
33	Schimbarea turației axului principal, cu o pîrghie					0,12
34	Schimbarea avansului	Cu o pîrghie				0,12
35		Cu două pîrghii				0,16
36	Deplasarea axului superior	În sens vertical, manual, pe lungimea de:			25	0,10
37					50	0,15
38					100	0,26
39					150	0,37
40					200	0,50
41		În sens orizontal, mecanic, pe lungimea de:			100	0,10
42					200	0,16
43					300	0,22
44					400	0,30
45					500	0,38

Tabelul 8.44 (continuare)

	Denumirea mînuirilor			t_{a_2} pe fază, min
46	Deplasarea axului lateral	În sens orizontal, manual, pe lungimea de :	25	0,10
47			50	0,15
48			100	0,26
49			150	0,37
50			200	0,50
51		În sens vertical, mecanic, pe lungimea de :	100	0,15
52			200	0,26
53			300	0,40
54			400	0,55
55	Fixarea frezei în axul mașinii			2,80
56	Montarea apărătorii contra așchiilor			0,36

Observație. Mînuirile de la pozițiile 33...56 se adaugă separat în calculul normei de timp.

Tabelul 8.46. **Timpii ajutători t_{a_2}, legați de trecere și fază, pentru comanda mașinii de frezat (copiere)**

Poz.	Metoda de apropiere a frezei	Lungimea mesei pînă la 1500 mm				
		Lungimea de deplasare a mesei, mm, pînă la :				
		100	200	300	400	500
1	Liber	0,20	0,30	0,38	0,46	0,54
2	În gaură	0,24	0,34	0,42	0,50	0,58

	Timpi ajutători legați de trecere, necuprinși în complexul de mînuiri, pentru mînuirile :	Timpul, min
3	Schimbarea numărului de rotații ale axului	0,06
4	Deplasarea capului de frezat pe traversă (la prelucrarea cu două axe)	0,07
5	Așezarea și scoaterea frezei	1,50
6	Pornirea și oprirea lichidului de răcire	0,04

Tabelul 8.47. **Timpii ajutători t_{a_3}, pentru măsurători la luarea așchiei de probă, pe mașini de frezat**

Poz.	Instrumentul de măsură	Dimensiunea măsurată, mm	Lungimea minimă de pelucrat necesară la măsurare	Timpul, min
1	Riglă sau metru	—	5	0,05
2	Șubler	<250	5	0,15
3		>250	10	0,30
4	Șubler de adîncime	—	5	0,20
5	Micrometru	<250	8	0,25
6		>250	10	0,45
7	Micrometru de adîncime	—	5	0,20

Tabelul 8.45. **Timpii ajutători t_{a2}, pentru comanda mașinilor orizontale de alezat și frezat legați de trecere și fază,**

Poz.	Felul prelucrării		Modul de fixare a sculelor	Clasa de precizie	Instrumentul de măsură	Dimensiunea de măsurat	Grupa de mașini cu diametrul axului principal, mm, pînă la: II — 80—110 — Lungimea de prelucrare, mm, pînă la: 50	100	250	500	750
							Timpul t_{a2}, min				
1	Găurire, lărgire, alezare		În ax principal	—	—	—	0,14	0,14	0,17	0,24	0,31
2	Strunjire frontală a suprafețelor plane exterioare		—	—	—	—	0,13	—	—	—	—
3	Frezarea suprafețelor plane	Reglarea frezei cu discul gradat	—	—	—	—	0,43	0,46	0,55	0,70	0,85
4		Reglarea frezei după trasaj					0,46	0,49	0,59	0,73	0,88
5		Cu frezare preliminară a unei porțiuni pentru măsurare			Riglă sau șubler	200	0,80	0,83	0,92	1,07	1,22
6						500	0,82	0,85	0,94	1,09	1,24
7						700	0,84	0,87	0,96	1,11	1,26
8						1000	0,86	0,89	0,98	1,13	1,29
9	Strunjire interioară și exterioară, longitudinală	Reglare după discul gradat	În portcuțit montat pe platou	4—5	—	—	0,40	0,43	0,52	0,67	0,82
10		Reglarea după trasaj, sau șablon					0,43	0,46	0,55	0,70	0,85
11		Cu strunjirea preliminară a unei porțiuni pentru măsurare			Tampon plat	100	0,84	0,87	—	—	—
12						150	0,85	0,88	—	—	—
13						200	0,86	0,89	—	—	—
14				Pînă la 0,1 mm	Șubler	100	0,88	0,89	0,92	0,97	1,02
15						200	0,90	0,91	0,94	0,99	1,04
16						300	0,93	0,94	0,97	—	—
17						400	0,95	0,97	—	—	—
18						500	0,98	1,00	—	—	—
19				3-a	Micrometru de interior	100	0,87	0,88	0,91	—	—
20						200	0,89	0,90	0,94	0,96	—
21						300	0,92	0,93	0,95	0,98	1,02
22						400	0,94	0,95	0,97	0,98	1,04
23						500	0,97	0,98	1,00	1,02	1,06

24	Strunjire interioară şi exterioară, longitudinală	Cu strunjire de două ori a porţiunii pentru măsurare	În port-cuţit montat pe platou	Pînă la 0,02 mm	Şubler	100	1,30	1,41	1,56	1,81	2,06
25						200	1,36	1,47	1,62	1,87	2,11
26						300	1,46	1,57	1,72	—	—
27						400	1,56	1,67	—	—	—
28						500	1,66	1,77	—	—	—
29				2—3	Comparator de interior	100	1,30	1,36	1,42	—	—
30						200	1,36	1,42	1,48	—	—
31						300	1,44	1,52	1,60	1,70	—
32						400	1,54	1,60	1,66	1,76	—
33						500	1,66	1,72	1,78	1,86	—
34	Strunjire frontală exterioară	Reglare cuţit după discul gradat	În port-cuţit montat pe platan	—	—	—	0,44	0,54	0,64	—	—
35											
36		Reglare cuţit după trasaj		Pînă la 0,1 mm			0,47	0,57	0,74	—	—
37		Cu strunjirea preliminară a unei porţiuni pentru măsurare			Riglă	200	0,75	0,85	1,05	—	—
38						500	0,77	0,87	1,07	—	—
39						700	0,79	0,89	1,09	—	—
40						1000	0,81	0,91	1,11	—	—
41				Pînă la 01 mm	Şubler	200	0,80	0,90	1,10	—	—
42						500	0,89	0,99	—	—	—
43						700	0,99	1,10	—	—	—
						1000	1,15	1,26	—	—	—
44	Strunjirea canalelor	Fără reglarea cuţitului la cotă		—	—	—	0,41	—	—	—	—
45		Reglarea cuţitului după trasaj					0,60	—	—	—	—
46	Strunjirea frontală exterioară	Reglarea cuţitului după discul gradat	În suportul mobil al platanelor	—	—	—	0,54	0,64	0,94	1,34	—
47											
48		Reglarea cuţitului după trasaj					0,57	0,67	0,97	1,37	—
49		Cu strunjirea preliminară a unei porţiuni pentru măsurare			Riglă	200	0,91	1,01	1,21	1,50	—
50						500	0,93	1,03	1,23	1,53	—
51						750	0,95	1,05	1,25	1,55	—
						1000	0,97	1,07	1,27	1,57	—

Tabelul 8.45 (continuare) **Timpii ajutători legaţi de mînuiri şi faze**

Poz.	Denumirea mînuirilor							Diametrul axului principal 80—110 mm Timpul min.
52	Schimbarea turaţiei axului principal						Cu o pîrghie	0,06
53							Cu două pîrghii	0,08
54							Cu trei pîrghii	0,12
55	Schimbarea avansului						Cu o pîrghie	0,06
56							Cu două pîrghii	0,08
57	Rotirea mesei şi fixarea cu manetă						La 90°	0,90
58							La 180°	1,20
59	Monta³ea şi demontarea bucşei de ghidaj						Cu diametrul 80 mm	0,14
60							Cu diametrul 80 mm	0,22
61	Montarea şi demontarea mandrinului în conul axului principal						Fără fixare	0,26
62							Cu fixare prin pană	0,42
63	Montarea şi demontarea barei suport	În conul axului principal					Fără fixare	0,26
64							Cu fixare prin pană	0,42
65		În conul axului principal şi cuzinetului montantului		Fără centrare			Manual	4,10
66							Cu macaraua	6,00
67				Cu centrarea cuzinetului montantului			Manual	6,00
68							Cu macaraua	6,70
69		În bucşele de ghidare a conului axului principal sau în mandrină		Cu rotirea mesei			Manual	1,40
70							Cu macaraua	3,90
71				Cu deplasarea mesei			Manual	2,30
72							Cu macaraua	4,70
73	Montarea şi demontarea sculei	În conul axului principal, burghiu, zencuitor, alezor, bară suport cu cuţite, freze		Fără fixare				0,20
74				Cu fixare prin pană				0,50
75		În bară suport	În montare liberă	Cuţit cu reglare la cotă după şablon sau riglă				0,50
76				Cuţit cu două tăişuri	Fără reglare la cotă	Diametrul găurii mm, pînă la:	100	0,48
77							200	0,60
78				Cuţit lamă			100	0,44
79							200	0,60
80							350	1,00
81				Zencuitor, alezor, cap de alezat cu cuţite demontabile			100	1,26
82							200	1,85
83				Cap de alezat cu cuţite demontabile		Manual		0,75
84						Cu macaraua		2,40

85	Montarea și demontarea sculei	În bară suport	În cazul lipsei de spațiu (printr-o deschidere a piesei sau a dispozitivului)	Cuțit cu reglarea la cotă după șablon sau riglă				0,75
86				Cuțit cu două tăișuri	Fără reglare la cotă	Diametrul găurii mm, până la :	100	0,52
87							200	0,63
88				Cuțit lamă			100	0,40
89							200	0,67
90							350	1,10
91				Zencuitor, alezor, cap de alezat cu cuțite			100	0,40
92							200	1,45
93				Cap de alezat cu cuțite demontabile		Manual		1,00
94						Cu macaraua		1,55
95		În portcuțitul de pe platou				Cuțit normal (de degroșare)		1,15
96						Cuțit frontal		1,25
97	Deplasarea manuală a axului principal în sens longitudinal, transversal sau vertical, pe lungimea, mm, până la :						100	0,04
98							250	0,08
99							500	0,12

Tabelul 8.45 (continuare) **Timpul pentru potrivirea axului fusului principal în axa găurii**

Poz.	Denumirea mînuirilor				Diametrul axului principal 80—110 mm Timpul, min
100	După bucșă de ghidare, șablon sau vîrf de centrare	Cu deplasarea axului după o coordonată			1,00
101		Cu deplasarea axului după două coordonate			2,00
102	După cale sau după compas	În două sensuri, după două planuri diferite	Toleranța de poziție a găurii, mm	>0,3	4,60
103				⩽0,3	6,30
104		În două sensuri după gaura prelucrată și un plan		>0,3	4,65
105				⩽0,3	6,20
106		Într-un singur sens după gaura prelucrată		>0,3	2,65
107				⩽0,3	3,10
108		Într-un singur sens după un plan		>0,3	2,60
109				⩽0,3	3,10
110		În două sensuri		>0,3	2,70
111				⩽0,3	3,50
112		Într-un singur sens		>0,3	1,60
113				⩽0,3	1,90
114	După trasaj	Cu ajutorul vîrfului de centrare după centrul trasat al găurii			2,50
115		Cu acul de trasat după circumferința trasată			3,20
116	Reglarea la dimensiune a cuțitului fixat în bara de alezare după calibru și comparator				20,0

Tabelul 8.48. **Timpii ajutători t_{a4}, pentru curăţirea dispozitivelor de aşchii, la maşinile de frezat**

Dispozitive speciale cu aşezarea manuală a piesei

Poz.	Metoda de curăţire	Configuraţia suprafeţei de curăţat								
		Fără praguri şi adînciturl			Cu praguri şi adînciturl			Cu goluri		
		Dimensiunile suprafeţei de curăţat, cm, pînă la:								
		10×10	20×30	30×50	10×10	20×30	30×50	10×10	20×30	30×50
		Timpul, min								
1	Cu acr	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11	0,10	0,12	0,14
2	Cu perie sau cîrpe	0,06	0,08	0,10	0,08	0,11	0,13	0,10	0,15	0,17

Dispozitive speciale cu aşezarea piesei cu dispozitive de ridicat

Poz.	Metoda de curăţire	Configuraţia suprafeţei de curăţat											
		Fără praguri şi adînciturl				Cu praguri şi adînciturl				Cu goluri			
		Dimensiunile suprafeţei de curăţat, cm, pînă la:											
		20×30	30×50	50×100	50×100	20×30	30×50	50×100	50×100	20×30	30×50	50×100	50×100
		Timpul, min.											
1	Cu aer	0,07	0,08	0,09	0,12	0,09	0,10	0,12	0,16	0,12	0,14	0,15	0,20
2	Cu perla	0,08	0,10	0,12	0,14	0,10	0,13	0,16	0,18	0,15	0,17	0,20	0,24

Tabelul 8.49. **Timpii ajutători, t_{a5}, pentru măsurători de control la prelucrarea pe mașinile de frezat**

Poz.	Instrumentul de măsură		Precizia instrumentului	Metoda de măsurare	Dimensiunea de măsurat, mm, până la: 50	200	500	750	1000	1500	2000
					Timpul t_{a5}, min						
1	Riglă		—	—	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,20
2	Tijă glisantă		—	—	—	—	0,20	0,23	0,25	0,40	0,55
3	Șablon linear	Pe o față	—	Partea trece	0,07	0,08	0,11	0,12	0,13	—	—
4				Măsurare totală	0,10	0,11	0,16	0,18	0,20	—	—
5		Pe ambele fețe	—	Partea trece	0,08	0,09	0,12	0,13	0,14	—	—
6				Măsurare totală	0,12	0,13	0,18	0,20	0,22	—	—
7	Șablon profilat	Simplu	—	Aproximativă	0,06	0,08	0,15	0,18	0,20	—	—
8				Precisă	0,09	0.14	0,19	0,25	0,30	—	—
9		Complex	—	Aproximativă	0,09	0,13	0,20	0,22	0,25	—	—
10				Precisă	0,12	0,19	0,26	0,34	0,42	—	—
11	Șubler		Până la 0,1 mm	A	0,07	0,10	0,17	0,26	0,36	—	—
12				B	0,12	0,16	0,24	0,32	0,52	—	—
13			Până la 0,02 mm	A	0,09	0,15	0,23	0,30	0,52	—	—
14				B	0,21	0,29	0,42	0,50	0,78	—	—
15	Șubler de adîncime		Până la 0,05 mm	A	0,09	0,10	0,13	—	—	—	—
16				B	0,18	0,20	0,24	—	—	—	—
17	Micrometru nereglabil		Cl.4—5	—	0,09	0,11	0,15	0,18	0,20	—	—
18	Șablon de metal liniar sau unghiular		—	—	0,12	0,17	0,25	0,30	—	—	—

Măsurarea danturii

Poz.	Instrumentul de măsură	Metoda de măsurare	Modulul danturii, mm, până la: 5	10	15	25	30
			Timpul, min				
1	Șubler sau aparat optic pentru roți dințate	Cu reglare prealabilă a dimensiunii	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
2		Cu citire directă	1,00	1,20	1,40	1,60	1,90

Observație A reprezintă fixarea prealabilă a dimensiunii, iar B—fixarea dimensiunii în timpul măsurării.

Tabelul 8.50. **Timpii ajutători, $t_{aș}$, pentru măsurări de control la prelucrarea pe mașinile de frezat**

Poz.	Instrumentul de măsură	Precizia instrumentului	Metoda de măsurare	Dimensiunea de măsurat, mm, pînă la: 25	50	100	200	300
				Timpul $t_{aș}$, min.				
1	Raportor universal	<5′	Fixarea prealabilă a dimensiunii	0,10	0,10	0,10	0,12	0,15
2		>5′		0,15	0,15	0,15	0,19	0,25
3		<5′	Fixarea la dimensiune	0,20	0,20	0,23	0,24	0,27
4		>5′		0,23	0,23	0,26	0,35	0,38
5	Calibru tampon limită dublu	Cl. 3-a	A	0,13	0,15	0,21	—	
6		Cl. 3-a	B	0,16	0,20	0,28	—	—
7		Cl. 4—5	A	0,09	0,11	0,13	—	—
8			B	0,12	0,15	0,19	—	—
9	Calibru tampon parțial (plan)	Cl. 3-a	A	—	—	0,15	0,20	0,31
10			B		—	0,23	0,30	0,42
11		Cl. 4—5	A	—	—	0,10	0,13	0,19
12			B	—	—	0,17	0,21	0,30
13	Calibru potcoavă limită simplu	Cl. 3-a	B	0,08	0,09	0,11	0,14	0,16
14		Cl. 4—5		0,06	0,06	0,07	0,09	0,11
15	Calibru potcoavă limită dublu	Cl 3-a	B	0,14	0,15	0,17	—	—
16		Cl. 4—5		0,08	0,08	0,09	—	—
17	Calibru inel canelat	Cl. 3-a	—	0,10	0,14	0,19	—	—

Observație. A reprezintă partea „trece”, iar B măsurarea completă.

Tabelul 8.51. **Timpii de deservire tehnică, t_{dt}, și organizatorică, t_{do}, pentru prelucrări pe mașinile de frezat**

Poz.	Timpul de deservire	Număr de freze (scule) care lucrează	Dimensiunile suprafeței de prindere: 280×800			800×1000			1000×3500	
			Durabilitatea frezei, min: ⩽180	180—240	>240	⩽180	180—240	>240	⩽240	>240
			Procent							
1	Tehnică, procente din timpul de bază	1	5,5	3,9	2,6	6,1	4,4	3,0	4,9	3,4
2		2	6,3	4,5	3,0	6,9	5,0	3,4	5,3	3,7
3		3	7,0	5,0	3,5	7,7	5,6	3,8	5,8	4,1
4		4	7,8	5,5	4,0	8,5	6,2	4,3	6,3	4,5
5	Organizatorică procente din timpul efectiv	Fără răcire	1,2			1,7			2,4	
6		Cu răcire	1,4			2,2			3,2	

Tabelul 8.52. **Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice, t_{on}, pentru prelucrări pe maşini de frezat**

Poz.	Timpul efectiv min	Timpul ajutător în procente din timpul efectiv	Masa piesei, kg		
			<12	12...20	>20
			Procent		
1	Pînă la 2,5	>50	4,5	5,0	—
2		<50	4,0	4,5	—
3	2,51...5,0	>50	3,5	4,0	3,5
4		<50	3,0	3,5	3,0
5	>5,0	—	3,0		

În aceste condiţii, rezultă $t_b = \frac{150 + 13{,}8 + 3}{0{,}15 \cdot 8 \cdot 118} = 1{,}18$ min.

c. *Timpii ajutători*: conform tabelului 8.34, timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea piesei, este $t_{a1} = 0{,}29$ min, poz. 10; conform tabelului 8.43, timpul ajutător pentru comanda maşinii, este $t_{a2} = 0{,}42$ min, poz. 5; conform tabelului 8.47, timpul ajutător pentru aşchii de probă, este $t_{a3} = 0{,}15$ min, poz.2.

Timpul ajutător total: $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} = 0{,}86$ min.

d. *Timpii de deservire* se stabilesc conform tabelului 8.51 astfel: cu coeficientul 5,5% (poz. 1) pentru timpul de deservire tehnică (pentru $T = 180$ min), rezultă $t_{dt} = \frac{5{,}5}{100} \cdot t_b = \frac{5{,}5}{100} \cdot 1{,}18 = 0{,}065$ min;

Cu coeficientul 1,4% (poz. 6) pentru timpul de deservire organizatorică, rezultă $t_{do} = \frac{1{,}4}{100}(1{,}18 + 0{,}86) = 0{,}029$ min.

e. *Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice*, conform tabelului 8.52, poz. 2, cu procentul de 4%, va fi $t_{on} = \frac{4}{100}(1{,}18 + 0{,}86) = 0{,}082$ min.

f. *Norma de timp pe bucată*

Dacă se consideră că lotul este de 20 bucăţi, conform relaţiei (8.1) rezultă $N_t = \frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 1{,}45 + 1{,}18 + 0{,}86 + 0{,}065 + 0{,}029 + 0{,}082 = 3{,}666$ min.

BIBLIOGRAFIE

1. x x x **Programul P.C.R. de făurire a societăţii socialiste multilateral dezvoltate şi înaintarea României spre comunism.** Bucureşti, Editura politică, 1974
2. *Karl Marx* **Capitalul.** Ediţia II-a, vol.I (cap. VIII). Bucureşti, Editura de stat pentru literatură politică, 1957.
3. *Nicolae Ceauşescu* **Raport la cel de al XI-lea Congres al P.C.R.** Bucureşti, Editura politică, 1974.
4. *Arşinov, V.A.* şi *Alexeev, G.A.* **Rezanie metallov i rejuşcii instrument.** Moskva, Maşinostroienie 1976.
5. *Balakshin B.* **Fundamentals of Manufacturing Engineering.** Moskow, Mir Publishers, 1971.
6. *Baranov, B. A.* ş.a. **Normarea tehnică în uzinele constructoare de maşini.** Bucureşti, Editura tehnică, 1960.
7. *Barnes, R.M.* **Etude des mouvements et des temps.** Paris, Les edition d'organisation, 1966.
8. *Brierley, R.G.* ş.a. **Machining Principles and Cost Control.** New-York, McGraw-Hill Book Company, 1964.

9. *Burlotu, P.* **Economia muncii.** București, Editura didactică și pedagogică, 1970.
10. *Buzatu, V.* și *Zenovei, C.* **Tabele pentru ateliere mecanice.** București, Editura tehnică, 1970.
11. *Chavalier, Jean.* **Organisation.** Thème 2. Paris, Edition Dunod, 1966.
12. *Delfosse, M. G.* Manual de l'agent technique (vol. I, II, III). Paris, Entreprise moderne d'èdition, 1966.
13. *Drăghici, G.* **Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcția de mașini.** București, Editura tehnică, 1971.
14. *Gheorghiu, Al.* **Analiza activității economice a întreprinderilor industriale.** București, Editura științifică, 1967.
15. *Gilberth, F.B.* **Motion Study.** New-Vork, Van Nostrand, 1969.
16. *Hampton, D.R.ș.a.* **Modern Management.** Issues and Ideas. California SUA, Dikenson, 1969.
17. *Hidoș, C. și Isac, P.* **Studiul muncii,** vol. I, II, III, IV. București, Editura tehnică, 1971.
18. *Isac, P.* **Fundamentarea științifică a normelor de muncă.** În : Revista de finanțe și credit, nr. 4, 1969.
19. *Isac, P.* **Norma de muncă în cazul deservirii mai multor mașini** : În : Viața economică, nr. 7, 1965.
20. *Kaufman, A.* **Metode și modele ale cercetării operaționale,** vol. I, București, Editura Științifică, 1960.
21. *Makarov, A. D.* **Optimizația proțesov rezaniia.** Moskva, Mașinostroienie, 1976.
22. *Maynard, H.B.* **Industrial Engineering Handbook.** New-Vork, McGraw Hill Book Company, 1956.
23. *Mihoc, Gh* și *Ciucu, G.* **Introducere în teoria așteptării.** București, Editura tehnică, 1967.
24. *Nanu, A. ș.a.* **Manualul inginerului mecanic.** Tehnologia construcțiilor de mașini. București, Editura tehnică, 1972.
25. *Niebee, B. W.* **Motion and Time Study.** Ilinois SUA, Richard D. Irwin, 1971.
26. *Petriceanu Gh.ș.a.* **Tehnologia construcției de mașini.** Îndrumar pentru proiectarea proceselor tehnologice pe strunguri automate. Cluj-Napoca, Institutul Politehnic, 1974.
27. *Picoș, C.* **Tehnologia construcției de mașini.** București, Editura didactică și pedagogică, 1974.
28. *Picoș, C. ș.a.* **Calculul adaosurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere.** București Editura tehnică, 1974.
29. *Rausser, N.* **Productivitatea muncii în industrie.** București, Editura Acdemiei RSR, 1968.
30. *Rusu, C.* **Conducerea și organizarea întreprinderilor.** Iași, Institutul Politehnic, 1973.
31. *Smirnov, S.V.* **Mehanizația rascetov norm vremeni v mașinostroienii.** Moscova, Mașinostroienie, 1976.
32. *Starr, K. M.* **Conducerea producției.** Sisteme și sinteze. București, Editura tehnică, 1970.
33. *Tarasevici, V.I. ș.a.* **Kratkii spravocinik normirovscika mașinostroitelea.** Minsk, Belarusi 1976.
34. *Taylor, F.W.* **The Principles of Scientifique Management.** New-York, Harpers, 1929.
35. *Voznesenski, S.A.* **Organizarea științifică a muncii în întreprinderile constructoare de mașini.** În : Trud i rabotnaia plata, nr. 1, 1966.
36. x x x **Normarea muncii. Principii** CSOS, 1965
37. x x x **Normarea muncii.** Principii metodologice generale. Ministerul muncii, 1975.
38. x x x STAS 6909-1975 — Normarea muncii. Terminologie.
39. x x x **Normative tehnice unificate îmbunătățite pentru prelucrări pe strunguri normale** MICM—ICTCM, 1972.
40. x x x **Procedee de prelucrare a oțelurilor înalt aliate și inoxidabile.** MICM—ICPTCM, 1975.
41. x x x **Lichide de răcire și ungere pentru așchierea metalelor.** MICM—ICPTCM, 1975.
42. x x x **Normative tehnice unificate pentru regimuri de așchiere și timp de muncă la mașini de rabotat, mașini de mortezat, șepinguri și mașini de găurit.** MICM—ICPTCM, 1967.
34. x x x **Metals Handbook.** În : Machining, vol. 3. Ohio, American Society for Metals, 1967.
44. x x x *Spravocinik normirovșcika maștnostroenitia.* Tom 2. Moskva, Mașghiz, 1961.

Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere

1

Volumul 1 al lucrării cuprinde normarea tehnică a lucrărilor : de strunjire pe strunguri normale, carusel şi revolver, de rabotare şi mortezare, de filetare (cu cuţite profilate, cu capete de filetat, cu tarozi, cu filiere, prin frezare, prin rulare, prin rectificare) şi de frezare.

Lucrarea este adresată muncitorilor de înaltă calificare, tehnicienilor, maiştrilor şi subinginerilor care lucrează în sectoarele de prelucrări prin aşchiere, fiind utilă şi studenţilor din învăţământul tehnic.

Editura tehnică

Lei 13,50